



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Aplicación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la
productividad en el área de producción de la empresa metalmecánica
ROKY S.R.L., San Martín de Porres, 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Quiroz Díaz Edson Felipe (ORCID: 0000-0002-9346-1302)
Ramírez Caycho, Daniel Faustino (ORCID: 0000-0002-7296-6942)

ASESORA:

Mg, López Padilla Rosario Del Pilar (ORCID: 0000-0003-2651-7190)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi padre que en paz descanse; ya que, siempre me apoyo, estuvo en los mejores momentos de mi vida y me enseñó a que todo lo que se empieza se debe terminar.

AGRADECIMIENTO

A Dios por un logro más en nuestras vidas, a nuestros padres y madres por depositar su confianza en nosotros y su apoyo incondicional, a los profesores de la facultad de Ingeniería Industrial y a mi asesora metodóloga Rosario López Padilla.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLA	vi
ÍNDICE DE FIGURA	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	16
III. METODOLOGÍA	25
3.1. Tipo y diseño de investigación	26
3.2. Variable y operacionalización	27
3.3. Población, muestra y muestreo	28
3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos	29
3.5. Procedimiento	35
3.5.1. Diagnostico inicial de la empresa	35
3.5.2. Situación actual de la empresa	37
3.5.3. Propuesta de mejora	46
3.5.4. Implementación de la propuesta	50
3.5.5. Recolección de datos finales (post - test)	56
3.5.6. Análisis económico financiero	63
3.6. Método de análisis de datos	65

3.7. Aspectos éticos	65
IV. RESULTADOS	67
V. DISCUSIÓN	73
VI. CONCLUSIONES	75
VII. RECOMENDACIONES	77
REFERENCIAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Hoja de observación de las causas de ROKY S.R.L	5
Tabla 2. Causas importantes que originan la baja productividad	7
Tabla 3. Matriz de correlación de las causas importante	8
Tabla 4. Porcentaje acumulado de todas las causas importantes	9
Tabla 5. Frecuencia de áreas	11
Tabla 6. Estratificación de causas	11
Tabla 7. Matriz de priorización	13
Tabla 8. Validación de Juicios de Expertos	30
Tabla 9. Tabla de correlación	31
Tabla 10. Coeficiente de <i>Ain</i> para el contraste de Shapiro Wilk	31
Tabla 11. Niveles de significación para el contraste de Shapiro Wilk	32
Tabla 12. Causas que generan baja productividad según el 80 – 20	36
Tabla 13. Registro de la máquina de torno	36
Tabla 14. Registro de la máquina fresadora	37
Tabla 15. Base de datos de Junio	42
Tabla 16. Parada por mantenimiento no programado de junio	43
Tabla 17. Indicadores Junio	45
Tabla 18. Cronograma de implementación	47
Tabla 19. Aportes no monetarios	48
Tabla 20. Aportes monetarios	49
Tabla 21. Base de datos de Septiembre	56
Tabla 22. Parada por mantenimiento no programado de septiembre	57
Tabla 23. Indicadores Septiembre	58

Tabla 24. Cuadro comparativo entre pre – test y post – test de la eficiencia	59
Tabla 25. Cuadro comparativo entre pre – test y post – test de la eficacia	61
Tabla 26. Cuadro comparativo entre pre – test y post – test de la productividad	62
Tabla 27. Prueba de Normalidad – Productividad	68
Tabla 28. Prueba estadística de T Student – Productividad	69
Tabla 29. Prueba de Normalidad – Eficiencia	70
Tabla 30. Prueba estadística de T Student – Eficiencia	70
Tabla 31. Prueba de Normalidad – Eficacia	71
Tabla 32. Prueba estadística de T Student – Eficacia	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Países importadores con mayor productividad por servicio de mantenimiento y reparaciones	2
Figura 2. Productividad sobre las exportaciones del sector metalmecánico	3
Figura 3. Principales productos peruanos de exportación del sector metalmecánico	4
Figura 4. Diagrama Ishikawa	6
Figura 5. Diagrama de Pareto	10
Figura 6. Estratificación de causas	12
Figura 7. Fórmula de fiabilidad	22
Figura 8. Fórmula de disponibilidad	22
Figura 9. Fórmula de productividad	23
Figura 10. Fórmula de eficiencia	23
Figura 11. Fórmula de eficacia	24
Figura 12. Primera muestra	33
Figura 13. Test – Retest de la primera muestra	33
Figura 14. Segunda muestra	34
Figura 15. Test – Retest de la segunda muestra	34
Figura 16. Coeficiente de correlación de Pearson	35
Figura 17. Ubicación geográfica ROKY S.R.L.	38
Figura 18. Organigrama de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L.	39
Figura 19. Diagrama de análisis de proceso	41
Figura 20. Gráfico PRE – TEST	45
Figura 21. Máquina torno	50
Figura 22. Máquina fresadora	52

Figura 23. Sistema de sujeción de piezas	53
Figura 24. Eje porta fresas	54
Figura 25. Caja de velocidad	55
Figura 26. Gráfico POST – TEST	59
Figura 27. Gráfico de pre – test y post – test de la eficiencia	60
Figura 28. Gráfico de pre – test y post – test de la eficacia	62
Figura 29. Gráfico de pre – test y post – test de la productividad	63
Figura 30. Análisis Económico Financiero	64

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal determinar como la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L.. Ya que la empresa no contaba con un plan de mantenimiento establecido lo que significaba tener paradas imprevistas lo que le generaba horas perdidas en la producción y retraso en la entrega de pedidos a su clientela. Tiene como población la cantidad de piezas producidas diarias, una muestra de 30 días y un tipo de muestreo no probabilístico. Es de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo de diseño experimental – pre experimental. Como resultado se tiene según el estadígrafo de T – Student, que la variable dependiente y sus dimensiones tienen un nivel de significancia de 0%. En conclusión, se determinó que el plan de mantenimiento preventivo mejoró la productividad, eficiencia y eficacia en un 19%, 6% y 16% respectivamente.

Palabras Clave: Productividad, Eficiencia, Eficacia, Fiabilidad, Disponibilidad

ABSTRACT

The main objective of this research work is to determine how the application of a preventive maintenance plan improves productivity in the production area of the metalworking company ROKY SRL, since the company did not have an established maintenance plan, what it meant to have unforeseen stoppages which generated lost hours in production and delayed delivery of orders to its customers. Its population is the number of pieces produced per day, a 30-day sample and a non-probability type of sampling. It is of the applied type, with a quantitative approach to experimental design - pre-experimental. As a result, according to the T-Student statistic, the dependent variable and its dimensions have a significance level of 0%. In conclusion, it was determined that the preventive maintenance plan improved productivity, efficiency and effectiveness by 19%, 6% and 16% respectively.

Keywords: Productivity, Efficiency, Effectiveness, Reliability, Availability

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente a nivel mundial, las empresas metalmecánicas buscan aumentar los ingresos, aplicando técnicas que ayuden a mejorar su productividad como, por ejemplo: ciclo de deming, just in time, las 5S, mantenimiento preventivo, estudio del trabajo, etc. Estas técnicas ayudan a utilizar mejor los recursos que tiene cada empresa del sector metalmecánico.

Importadores	Valor importado en 2014	Valor importado en 2015	Valor importado en 2016	Valor importado en 2017	Valor importado en 2018
Alemania	9.637.037	8.417.817	9.450.960	10.225.407	10.889.621
Francia	4.537.429	6.796.361	7.472.055	8.331.805	9.319.610
EEUU	7.520.000	9.013.000	8.731.000	8.337.000	8.722.000
Japón	7.162.200	3.452.500	4.444.300	4.934.200	5.471.277
Suiza	1.974.244	2.353.809	2.104.361	2.488.675	2.867.810

Figura 1. Países importadores del sector metalmecánico con mayor productividad por servicio de mantenimiento y reparaciones (dólares)

Fuente: Trademap

En la figura 1, se tiene 5 países importadores debido al mejoramiento de su productividad aplicando servicios de mantenimiento y reparaciones desde el 2014 al 2018. Entre el año 2014 a 2015 la importación de Alemania disminuyó en 1.219.220 dólares; por tanto, la productividad tuvo una variación de -14.4% por distintos factores que ocurren en el sector; asimismo, Japón tuvo un déficit de 3.709.700 dólares; ya que, dejaron de lado el sector metalmecánico y pusieron énfasis en la medicina. Desde el año 2014 al 2018 Alemania fue el país importador con mayor productividad en el sector metalmecánico; ya que, ha ido mejorando la aplicación de los diferentes tipos de mantenimiento, aumentando la calidad de su producto y competitividad a nivel internacional.

Según el diario El Comercio el sector metalmecánico tendrá una disminución del 5,6% de su producción, debido a la pandemia que atraviesa el mundo al comienzo del año 2020, afectando la productividad de los países de potencia mundial en la producción de piezas metálicas como: China, Estados Unidos, Rusia y Japón.

En el Perú, el sector metalmecánico ha ido creciendo debido a los productos exportados hacia otros países. Teniendo existo mediante la aplicación de los planes de mantenimiento que se les dan a sus respectivas maquinarias, formando parte de una mejora continua que favorece a las empresas del sector.



Figura 2. Productividad sobre las exportaciones del sector metalmecánico

Fuente: ComexPerú

En la figura 2, se muestran las variaciones porcentuales de la productividad con respecto a los ingresos generados por las exportaciones de piezas metálicas en el Perú. Asimismo, desde el 2013 hasta el 2016 la variación porcentual de la productividad en el sector es negativa, debido a que las exportaciones disminuyen cada año. Sin embargo, en el año 2017 y 2018 la variación porcentual de la productividad es positiva, esto corresponde al aumento de exportaciones hacia otros países, siendo Estados Unidos en el 2018 el país que adquirió mayores productos, invirtiendo 99.3 millones de dólares.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	AÑO 2014	AÑO 2015	AÑO 2016	AÑO 2017	AÑO 2018
Acumuladores de plomo, de los tipos utilizados para arranque de motores de émbolo "pistón"	5.025	7.464	5.216	12.633	16.268
Tapones, tapas, incl. las tapas roscadas y los tapones vertedores, cápsulas para botellas	5.232	3.617	7.054	10.774	11.444
Grupos electrógenos con motor de émbolo "pistón"	15.958	9.358	8.925	10.728	8.351
Bolas y artículos simil. para molinos, de hierro o acero	5.951	8.512	4.404	10.658	13.788

Figura 3. Principales productos peruanos de exportación del sector metalmecánico (miles de dólares).

Fuente: Trademap – Colombia

En la figura 3, se encuentran los principales productos de exportación del Perú en el sector metalmecánico. En la figura se muestra que, en el año 2018 la mayor exportación fueron los acumuladores de plomo, que son las baterías húmedas que contienen 6 celdas de 2V cada uno, utilizándose como arranque para los vehículos convencionales. En síntesis, las empresas del Perú han ido aplicando técnicas, planes y estrategias que ayuden a mejorar su productividad, y tratándose de maquinarias y equipos, se requiere de planes de mantenimiento que eviten averías, fallas, paradas, que signifiquen pérdida para la empresa.

La empresa metalmecánica ROKY S.R.L., cuenta con más de 10 años de experiencia en el mercado prestando servicios de metalmecánica, dedicándose específicamente a la fabricación y reparación de todo tipo de maquinarias y de piezas industriales como piñones internos y externos. Mientras la empresa ha ido creciendo mediante la implementación de nuevos procesos, han ido apareciendo ocasionalmente fallas y averías con respecto a las maquinarias en los distintos puestos de trabajo, debido a que estas máquinas están en continuo uso por los trabajadores y obreros. La mayor parte de estas fallas se dan en el área de producción, lo que impide a la empresa mejorar su productividad, lo que crearía un problema para el dueño de la empresa, pues donde no hay mejor productividad no se genera mayor utilidad. Por consiguiente, se aplicará un plan de mantenimiento preventivo que mejore la productividad en el área de producción; para ello, se realizará la hoja de observación, donde se identificarán todas las causas que generan una baja productividad.

Tabla 1. Hoja de observación de las causas de la empresa ROKY S.R.L

Hoja de Observación	
Empresa ROKY S.R.L.	
Área de Producción	
Nro.	Causas
1	Fatiga de personal
2	Personal no capacitado
3	Exceso de confianza
4	Materia prima defectuosa
5	Falta de stock
6	Pedidos fuera de fecha
7	Maquinarias obsoletas
8	Averías
9	Paradas de máquina
10	Exceso de ruido
11	Vibraciones
12	Polución
13	Iluminación
14	Registro de mantenimiento
15	Mala supervisión de trabajo
16	No existe calibración de maquinas
17	Baja capacitación
18	Conocimiento mínimo de la maquinaria
19	Reproceso
20	Indicadores de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1, se determinaron 20 causas que generan una baja productividad en el área de producción; asimismo, facilita reconocer cuales son las más relevantes para poder establecerlos en el diagrama de Ishikawa, aplicando las 6M (mano de obra, materiales, maquinaria, método, medición y medio ambiente).

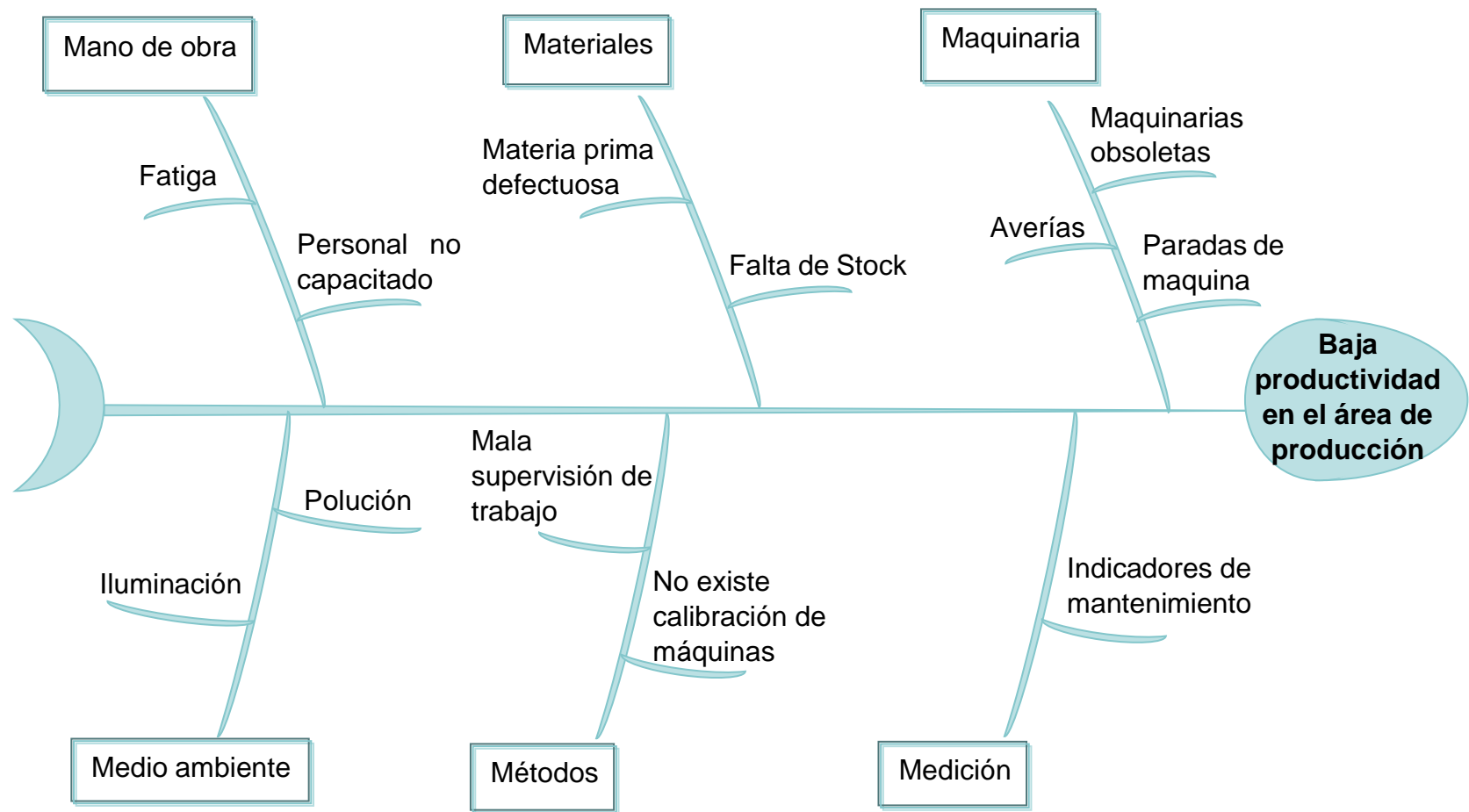


Figura 4. Diagrama Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

Según el diagrama de Ishikawa, son 12 las causas más importantes que generan una baja productividad en el área de producción, en las cuales 3 de ellas pertenecen a las maquinarias, como tener maquinas obsoletas; que ya, pasaron su tiempo de vida útil, las averías que se dan por el desgaste de piezas de las máquinas y las paradas de máquina que originan retraso en la producción.

Tabla 2. *Causas importantes que originan la baja productividad en ROKY S.R.L.*

6M	Nro.	Causas
Mano de obra	C1	Fatiga
Mano de obra	C2	Personal no capacitado
Materiales	C3	Materia prima defectuosa
Materiales	C4	Falta de stock
Maquinaria	C5	Maquinaria obsoleta
Maquinaria	C6	Averías
Maquinaria	C7	Paradas de maquina
Medio ambiente	C8	Iluminación
Medio ambiente	C9	Polución
Método	C10	Mala supervisión de trabajo
Método	C11	No existe calibración de maquina
Medición	C12	Indicadores de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

La tabla 2, muestra el orden de todas las causas importantes mediante el criterio de las 6M; luego, se realizará la matriz vester o también conocida como matriz de correlación de todas las causas, siendo importante para priorizar que causa influye sobre la otra, dando como valores 0 (no influye) y 1 (si influye). De esta manera, se obtendrá que causa tiene mayor influencia sobre las demás.

Tabla 3. Matriz de correlación de las causas importante

Nro.	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	Puntaje	Porcentaje
C1		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	4%
C2	1		1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4	8%
C3	0	0		1	0	0	1	0	0	1	0	0	3	6%
C4	0	1	1		0	0	1	0	0	0	0	0	3	6%
C5	0	0	0	0		1	1	0	0	0	0	1	3	6%
C6	0	0	0	0	1		1	0	0	0	1	1	4	8%
C7	0	1	1	1	1	1		0	0	0	0	1	6	12%
C8	1	1	0	0	0	0	0		1	1	1	0	5	10%
C9	0	0	1	0	0	1	0	0		1	1	0	4	8%
C10	0	0	1	1	0	1	1	1	1		1	0	7	14%
C11	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0		1	4	8%
C12	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1		5	10%
TOTAL													50	100%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3, que representa la matriz de correlación de causas, se obtuvo que la mala supervisión de trabajo (C10) tiene mayor relación sobre las demás, en lo que se convertiría en la mayor prioridad de la empresa para mejorar su productividad. Asimismo, se ordenará de forma descendente y calculará el porcentaje acumulado de todas estas causas para poder visualizarlos en un diagrama de Pareto, para su mayor interpretación.

Tabla 4. *Porcentaje acumulado de todas las causas importantes*

Nro.	Causas	Puntaje	%	Porcentaje Acumulado
C10	Mala supervisión de trabajo	7	14%	14%
C7	Parada de máquinas	6	12%	26%
C8	Iluminación	5	10%	36%
C12	Indicadores de mantenimiento	5	10%	46%
C9	Polución	4	8%	54%
C6	Averías	4	8%	62%
C2	Personal no capacitado	4	8%	70%
C11	No existe calibración de máquina	4	8%	78%
C5	Maquinaria obsoleta	3	6%	84%
C4	Falta de stock	3	6%	90%
C3	Materia prima defectuosa	3	6%	96%
C1	Fatiga	2	4%	100%
		50	100%	

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 4, representa el orden de todas las causas, desde la que presenta mayor puntaje hasta la menor; de modo que, ayuda para hallar el porcentaje acumulado de cada una de ellas para poder representarlo en el diagrama de Pareto o también conocido como el diagrama A-B-C, que es una herramienta que ayuda a ordenar los datos de izquierda a derecha, representado en valores numéricas (80% y 20%).

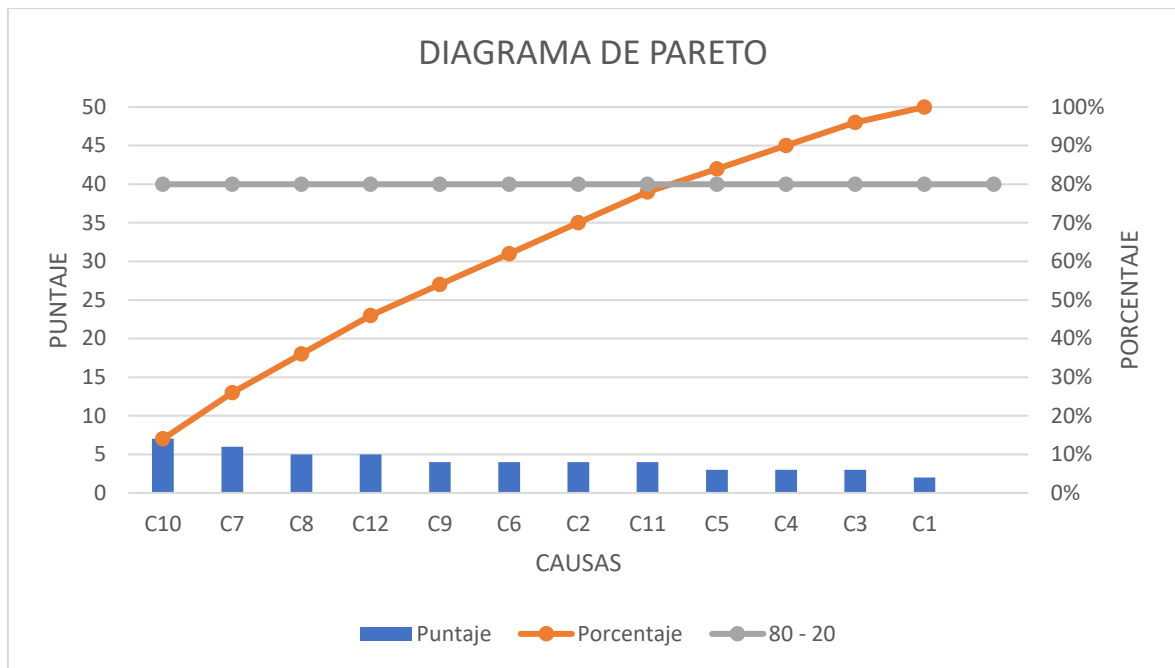


Figura 5. Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama de Pareto, teniendo todas las causas, se agrupan de manera porcentual para ver cuáles son las que tienen mayor influencia en la baja productividad en el área de producción. Todos los datos se obtienen de la matriz vester, sumando las puntuaciones, dividir las entre el total y obtener su porcentaje acumulado. El 80% abarca la mala supervisión de trabajo, parada de máquinas, iluminación, KPI'S, polución, averías, personal no capacitado y la falta de calibración de máquina; asimismo, el 20% es por las máquinas obsoletas, falta de stock, materia prima defectuosa y la fatiga. En síntesis, la empresa metalmecánica ROKY S.R.L buscará mejorar su productividad aplicando alternativas de solución; para ello, se deberá realizar la estratificación de las causas más importante y descomponerlos en distintas áreas para luego poder escoger una herramienta, que al aplicarse en el área de producción ayude a mejorar su productividad.

Tabla 5. Frecuencia de áreas

Áreas	Causas	Puntaje	Total
Calidad	Mala supervisión de trabajo	7	16
	Personal no capacitado	4	
	Materia prima defectuosa	3	
	Fatiga	2	
Almacén	Polución	4	7
	Falta de stock	3	
Mantenimiento	Parada de máquinas	6	27
	No existe calibración de máquina	4	
	Maquinaria obsoleta	3	
	Averías	4	
	Iluminación	5	
	Indicadores de mantenimiento	5	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Estratificación de causas

Área	Ponderado
Mantenimiento	27
Calidad	16
Almacén	7

Fuente: Elaboración propia

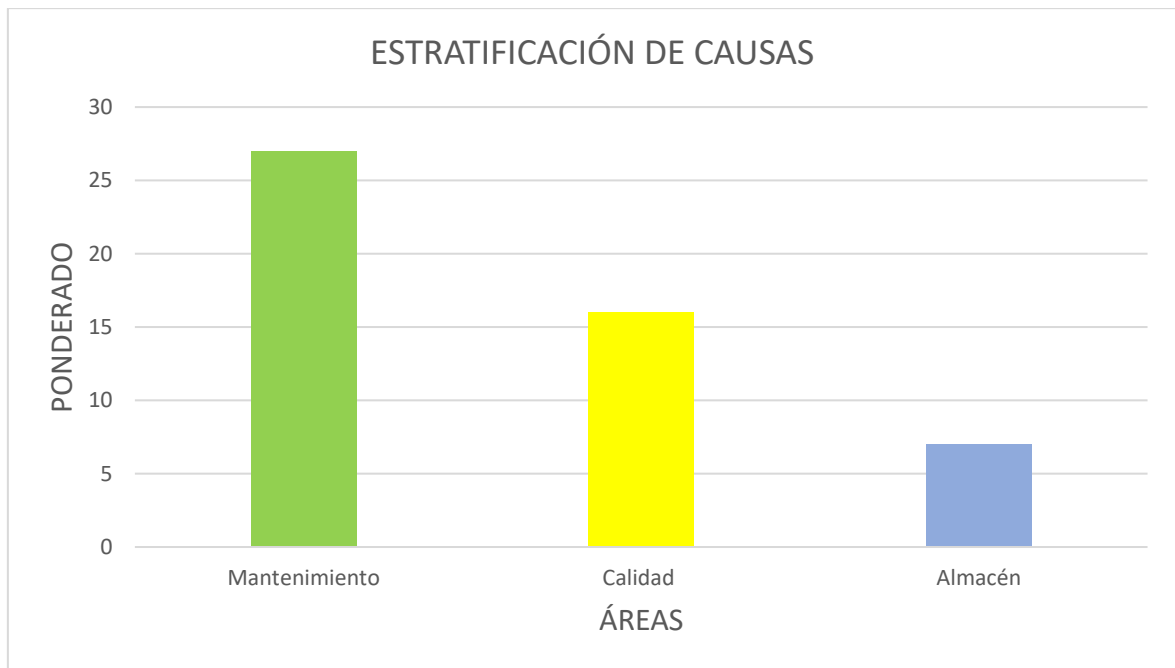


Figura 6. Estratificación de causas

Fuente: Elaboración propia

En la figura 6, tenemos la estratificación de causas, donde se realizó la suma de los puntajes de cada causa, agrupandolas en 3 áreas dentro de la empresa; de manera que, el área de mantenimiento fue la que tenía mayores causas. Una vez identificado el área, evaluaremos las distintas alternativas propuestas mediante los siguientes criterios: solución a la problemática, costo de aplicación, facilidad de aplicación y el tiempo de aplicación, mediante la siguiente escala de calificación: malo (0), bueno (1) y muy bueno (2). Todos estos puntos son evaluados y aprobados por el dueño de la empresa.

Tabla 7. Matriz de priorización

Alternativas	Criterios de evaluación				Total
	Solución a la problemática	Costo de aplicación	Facilidad de aplicación	Tiempo de aplicación	
Estudio del trabajo	2	1	1	1	5
TPM	1	1	1	0	3
Ciclo Deming	2	1	1	0	4
Mantenimiento Preventivo	2	1	2	1	6
5S	1	0	2	0	3
Just in Time	1	1	1	1	4
Escala de calificación: Malo = 0 Bueno = 1 Muy bueno = 2					

Fuente: Elaboración propia

La tabla 7, representa a la matriz de priorización, donde se tienen las distintas alternativas, criterios de evaluación y escala de calificación para la solución a la baja productividad en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L, realizando el análisis junto con el jefe del área de producción, el ingeniero Daniel Alberto Ramirez Carbajal. Finalmente, se obtuvo como alternativa aplicar mantenimiento preventivo en el área de producción; ya que, tuvo el puntaje mayor.

De modo que, según las evaluaciones se tiene como problema general:

¿Cómo la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejorará la productividad en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martín de Porras, 2020?

Asimismo, se plantean los siguientes problemas específicos:

¿Cómo la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejorará la eficiencia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martín de Porras, 2020?

¿Cómo la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejorará la eficacia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martín de Porras, 2020?

La justificación según Reguera (2008) es la sustentación de las razones por la cual se realizó el estudio; es decir, quienes se beneficiarán con los resultados de la investigación (p.40).

La siguiente investigación tiene como justificación económica, mejorar la productividad, incrementando la eficiencia y eficacia en el área de producción mediante la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo; además, reducir los costos al dejar de aplicar el mantenimiento correctivo, satisfacer las necesidades del cliente generando confianza y aumentando los ingresos para poder seguir ocupando un lugar en el mercado.

La investigación tiene una justificación social, donde la empresa ROKY S.R.L ayuda a realizar prácticas pre profesionales a estudiantes que están terminando su carrera profesional en cualquier institución. Por otro lado, mejora la imagen de la empresa; ya que, no se generan sobrecostos, falta de material o entregas incompletas; además, los trabajadores tendrán mayor desempeño en sus puestos de trabajo bajo respectivas inspecciones que ayudarán a que las máquinas y equipos no ocasionen retrasos; asimismo, se establece una mejor relación con sus clientes, otorgándoles sus pedidos en tiempos óptimos cumpliendo con los parámetros de calidad.

La investigación tiene una justificación práctica, donde mediante la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo se busca solucionar la baja productividad en el área de producción; por ello, se realiza una toma de los tiempos de producción y mantenimiento; y también, las unidades producidas y planificadas a diario. Con los datos obtenidos se realizan cálculos estadísticos para poder aplicar las medidas

correctivas necesarias para que la empresa ROKY S.R.L sea más competitiva frente a otras empresas del sector.

Con respecto a la información, se plantea como objetivo general:

Determinar como la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020.

Asimismo, se plantean los siguientes objetivos específicos:

Determinar como la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020.

Determinar como la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020.

Del mismo modo, la investigación tiene como hipótesis general:

La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020.

Siendo las hipótesis específicas de la investigación:

La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020.

La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020.

Para mejor explicación la información se encuentra en anexos (Ver anexo 2).

II. MARCO TEÓRICO

VALDERRAMA (2016), con el título *Implementación de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar los índices de productividad en PAPELESA CIA. LTDA. – Guayaquil*. Cuyo objetivo es mejorar la eficiencia de las máquinas de elaboración de cuadernos en la sección BIELOMATIK. Es una investigación aplicado tipo experimental, la elaboración del diagnóstico se clasificó en dos grupos: paralización de las maquinarias y deficiente control del desperdicio, donde se utiliza la técnica de observación y toma de muestra. El instrumento que se utilizó para ver la descripción de los índices de productividad es el Diagrama de Gantt. Se obtuvo como resultado que los daños mecánicos son 32.79%, mantenimiento y calibraciones 20.86% y los daños eléctricos 15.49%. Por medio del mantenimiento preventivo se llegó a mejorar la productividad, donde cabe resaltar que este tipo de mantenimiento es más efectivo que el mantenimiento correctivo; ya que, también aumenta la eficiencia operacional de los trabajadores.

ROCHA (2017), cuya investigación es titulada *Estudio del proceso de mantenimiento preventivo y su incidencia en la disponibilidad de las máquinas de soldar de la empresa Construcciones Metalmecánicas Gómez ubicada en el sector de Tababela – Quito*. Tiene como objetivo estudiar el proceso de mantenimiento preventivo y su incidencia en la disponibilidad de las máquinas de soldar de la empresa Construcciones Metalmecánicas Gómez. La investigación es bibliográfica – documental de campo, donde se tomó como población la información del área de la sala de máquinas que conforma la empresa, mientras el tamaño de la muestra dependerá del propósito de investigación de la población, utilizando como técnica la observación, revisión documental y la entrevista; los instrumentos utilizados fueron el Check List, el método de Análisis de Modo de Efectos de Falla y la Eficiencia General de los Equipos. Se obtuvo los siguientes resultados entre enero y junio; disponibilidad (86%), rendimiento (14%) y calidad (84%). Se destaca que mediante un estudio de mantenimiento preventivo se logra conocer los fallos más continuos; asimismo, utilizar la herramienta OEE permite conocer el rendimiento, disponibilidad y calidad de los equipos.

GALVEZ (2018), en su investigación titulada *Propuesta de plan de mantenimiento basado en confiabilidad para tornos del taller metalmecánico UTFSM, sede Viña del Mar*. Tiene como objetivo proponer un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para tornos del taller metalmecánico de la universidad Técnica Federico Santa María, en la Sede Viña del Mar. Es una investigación aplicada de tipo experimental, donde la población son los estudiantes que están sometidos a encuestas; cuyo instrumento son los cuestionarios que están basados en las normas JA1011 Y JA1012, para poder realizar un análisis de modo de fallas, efectos y criticidad. Como resultado se obtuvo todos los modos de falla de los tornos, el análisis de severidad, ocurrencias y su detección actual para priorizarlos. El estudio destaca que el RCM ayuda a tener un registro relacionado con la lubricación y nivelación para disminuir el error al adquirir los insumos; asimismo, ayuda a reducir los costos de la empresa.

OSORIO, ORCASITAS y CESPEDDES (2018), investigación titulada *Model for the maintenance of automated equipment in CNC machining of the Colombian Metalworking sector*. Investigación proyectiva – descriptiva con diseño no experimental, la población está conformada 48 sujetos entre ellos subdirectores, coordinadores, instructores y operarios, utilizando como técnica de recolección de datos la encuesta, teniendo como instrumento el cuestionario que consta de 63 preguntas. Los resultados obtenidos marcan en fiabilidad: 66.7%(algunas veces) y 33.3%(casi siempre); confiabilidad: 60.4%(algunas veces), 31.3%(siempre) y 8.3%(casi siempre); disponibilidad: 43.8%(casi siempre), 31.3%(siempre) y 25%(algunas veces); seguridad: 37.5%(casi siempre), 31.3%(siempre), 29.2%(algunas veces) y 2.1%(casi nunca). Para realizar un modelo para mantenimiento de equipos se realiza un estudio que abarca una organización, planificación, ejecución, control y seguimiento en el cual las empresas deben aplicar a sus áreas de trabajo.

SALAS, MEZA, OBREDOR y MERCADO (2019). Investigación titulada *Evaluation of the Supply Chain to Improve Competitiveness and Productivity in the Metalworking Industry in Barranquilla, Colombia*. Tiene como objetivo general encontrar soluciones para las prácticas de logística integral en las empresas del sector metalmecánico que funcionan en la ciudad de Barranquilla. Es una investigación aplicada, donde la población está conformada por 5 empresas del sector metalmecánico, teniendo como técnica la encuesta y como instrumento de recolección de datos se realizó una nube de ideas y un cuestionario acerca de cómo realizar una adecuada gestión de análisis de los procesos de la cadena logística. Se obtuvo como resultados que el sector presenta un alto crecimiento económico y se hace necesario la optimización y mejora continua de los procesos productivos. El estudio es de utilidad; ya que, nos indica de manera detallada el comportamiento de cada uno de los procesos dentro de la cadena de abastecimiento, facilitando los procesos operacionales y obteniendo certificaciones de calidad que ayudan a ganar la confianza de los clientes.

CHUQUIMBALQUI (2018), en su investigación titulada *Propuesta de mejora de un Plan de Mantenimiento Preventivo para incrementar la Productividad del Área de Producción en la Empresa Metalmecánica S.A. Lima, 2018*. Tiene como objetivo general proponer en qué medida la propuesta de mejora de plan de mantenimiento preventivo incrementara la productividad en el área de producción de la empresa metalmecánica Lima-2018. Fue un estudio aplicado – explicativo, de diseño no experimental de tipo cuasi experimental con un enfoque cuantitativo, aplicado a 35 trabajadores de la empresa Metalmecánica, cuya técnica de evaluación es la encuesta, teniendo como instrumento de evaluación el cuestionario aplicado a una Escala de Likert. Como resultado se obtuvo el incremento de la productividad en un 21%, en eficiencia 14% y en eficacia 12%. Se realizó la prueba t-student, para poder determinar el nivel de significancia y afirmar que el mantenimiento preventivo mejora la productividad, eficiencia y eficacia en el área de producción.

ALTAMIRANO Y ZABALETA (2016), investigación titulada *Plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejora de la productividad en la empresa NAYLAMP – Chiclayo 2016*. Tiene como objetivo elaborar un plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la producción en la empresa Destilería Naylamp - Chiclayo. Es una investigación aplicada - descriptiva, con un diseño no experimental, con una población de 39 máquinas y equipos del área de producción y de muestra no probabilística, teniendo como técnica el análisis documentado, la observación y entrevista, teniendo como instrumento de evaluación la ficha técnica, guía de observación y las fichas de registro. Como resultado se obtuvo que la empresa pierde 7449 litros de alcohol al mes. Mediante el plan de gestión, se deben realizar cambios a mejorar; para ello, se llegó a reconocer los puntos críticos de la empresa; asimismo, se realizó el diagnóstico con respecto al mantenimiento correctivo de las 39 máquinas.

RAMOS (2017), en su investigación titulada *Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C.* Tiene como objetivo principal implementar un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de las maquinarias de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C. La investigación fue aplicada experimental, cuya población está constituida por la recopilación de información de historiales de los tiempos de fallas de las 23 máquinas del área de maestranza, aplicando como técnica de recolección la observación, entrevista y material bibliográfico, donde se tiene como instrumento las fichas técnicas y guía de observación. Como resultado se obtuvo un aumento de la disponibilidad en más del 10%; es decir, el torno 10.51%, la fresadora 10.07% y la mandriladora en 9.99%; asimismo, se obtuvieron 2304 horas promedio de operación y de las 23 máquinas evaluadas por una matriz de criticidad solo quedaron 4. El estudio destaca que el análisis y la disminución de los puntos críticos que presenta el área de maestranza permiten el aumento de la disponibilidad de los equipos.

NARRO y VALVERDE (2018), en su investigación titulada *Mantenimiento Productivo Total (TPM) enfocado en el mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y la eficiencia general (OEE) para los equipos más críticos en una empresa agroindustrial*. Tiene como objetivo principal dar a conocer los fundamentos del Mantenimiento Productivo Total. Es una investigación básica – descriptiva, donde la población está formada por 50 clientes de la empresa y como técnica de recolección de utilizaron materiales bibliográficos mediante las bases de datos ELSIVIER, VIRTUALPRO, EBSCO y SCIELO. Como resultado se obtuvo un aumento en la productividad del 40.16%, disminución de las fallas y defectos de gravedad en un 78.95%, reducción del costo de producción en un 29.1% y la reducción de la proporción de ingresos y gastos en un 56.29%. La filosofía del mantenimiento productivo total es el compromiso de toda la organización, desde la alta directiva hasta los operarios, con la finalidad de disminuir los desperdicios, las fallas y tiempos muertos.

BENITES (2018), investigación titulada como *Uso de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la Industria Metalmecánica Peruana*. El objetivo de investigación es identificar qué herramientas Lean Manufacturing son las que más se aplican para mejorar la productividad en el sector metalmecánica. Es una investigación básica de enfoque cuantitativo, se llevó a cabo tomando como población 30 tesis universitarias registradas en la RENATI; asimismo, la observación fue la técnica que se realizó, excluyendo las tesis cuya metodología es diferente a la filosofía Lean. Como resultado se tiene que las herramientas más utilizadas para mejorar la productividad en el sector metalmecánico son: 5S (32.4%), SMED (13.2%), TPM (11.8%), SIX SIGMAS (7.4%) y VSM (5.9%). Las herramientas Lean Manufacturing son indispensables en el crecimiento y desarrollo de una empresa; ya que, por medio de la implementación de estas se llega a aumentar los índices de productividad, ayudando a la empresa a ser más competitiva en un sector determinado.

Como variable independiente se tiene mantenimiento preventivo, donde Valdivieso (2010) afirma que son actividad que se emplean antes que ocurran fallas o defectos en las máquinas, con la finalidad de obtener seguridad, vida útil, costos de reparación y carga de trabajo (p.45). Por otro lado, Olives (2016) la define como un conjunto de intervenciones aplicadas de manera continua a una maquina o equipo, con la finalidad de optimizar su funcionamiento y evitar las paradas imprevistas (p.6). La importancia del mantenimiento preventivo es mantener en buen estado los equipos para que sigan funcionando de manera correcto.

Como dimensión 1 se tiene la fiabilidad, donde Prat (2015) afirma que es la probabilidad que un aparato o persona tiene para desarrollar una respectiva función bajo ciertas condiciones en un tiempo establecido (p.1). Por otro lado, Ruiz (2012) la define como la aptitud que presenta un elemento para realizar una función específica (p.1). Para obtener la fiabilidad se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Fiabilidad} = \frac{\text{TTP} - \text{TPMNP}}{\text{TTP}}$$

Figura 7. Fórmula de fiabilidad

TTP: Tiempo total de producción al mes (min)

TPMNP: Tiempo de parada por mantenimiento no programado al mes (min)

Como dimensión 2 se tiene la disponibilidad, según Prat (2015) sostiene que es la probabilidad que presenta un sistema para estar en condiciones de funcionamiento (p.1). Por otro lado, Penabad y otros (2016) la definen como la habilidad de una unidad para realizar una función en un espacio de tiempo teniendo en cuenta que existen recursos externos provistos (p.68). La disponibilidad está representada por la siguiente fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{TTP} - \text{TPM}}{\text{TTP}}$$

Figura 8. Fórmula de disponibilidad

TTP: Tiempo total de producción al mes (min)

TPM: Tiempo de parada por mantenimiento

Asimismo, se tiene como variable dependiente la productividad, según Romero (2014) afirma, que la productividad es un indicador con valor numérico que representa la situación de un área o proceso analizado (p.10); asimismo, Prokopenko (1989) la define como la relación de los productos terminados dentro de un sistema de producción y los recursos utilizados para elaborarlos; es decir, es el buen uso de los recursos dentro de la producción para poder optimizar sus utilidades (p.3). La variación de la productividad se determina mediante un aumento de producción utilizando los mismos recursos o la disminución de recursos manteniendo la misma cantidad de productos. Por lo tanto, según Runza y Felsinger (2002) la productividad es importante porque genera mayor o menor ingresos para los trabajadores y la organización; a nivel de empresa, menores costos y mayor competitividad en el mercado; a nivel nacional, menos inflación, mejores sueldos y una moneda mejor valorizada (p.10). La productividad se representa mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos}}{\text{Recursos}} = \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Recursos empleados}}$$

Figura 9. Fórmula de productividad

Como dimensión 1 se tiene la eficiencia, donde Milian (2010) sostiene que es la capacidad para poder minimizar los recursos utilizados dentro de un sistema de producción (p.2). Por otro lado, según la Biblioteca AUDITool (2011) son medidas normativas que se emplean para alcanzar los objetivos, empleando métodos, medios y procedimientos adecuados para la optimización de recursos. La eficiencia se halla mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo real de producción (min)}}{\text{Tiempo disponible de producción (min)}} \times 100\%$$

Figura 10. Fórmula de eficiencia

Como dimensión 2 se tiene la eficacia, donde Milian (2010) define que es la capacidad para conseguir los objetivos establecidos (p.3). Del mismo modo, según la Biblioteca AUDITool (2011) es hacer lo correcto, en donde las características del producto terminado cuentan con los estándares establecidos. La eficacia se representa mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planificadas}} \times 100\%$$

Figura 11. Fórmula de eficacia

A continuación, se define algunas palabras para una mayor comprensión del tema:

Metalmecánica: Sector comprendido por maquinarias y herramientas industriales.

Mantenimiento: Conjunto de acciones aplicadas a un equipo para mantenerlo en condiciones óptimas.

Vida útil: Es el tiempo que se espera utilizar un objeto u equipo.

Desgaste: Es el deterioro de un objeto causado por su utilización.

Preventivo: Es la acción que se utiliza cuando se percibe un mal o peligro.

Máquina: Objeto metálico conformado por piezas, que se encarga de reemplazar la mano de obra humana en ciertas actividades de trabajo.

Efectividad: Es la relación entre los efectos deseados e indeseados que se encuentran dentro de los productos terminados.

Rentabilidad: Son las ganancias que se originan a través de una inversión.

Proceso: Conjunto de operaciones que transforma la materia prima en producto terminado.

Producción: Elaboración o fabricación de un producto mediante operaciones.

Producto: Objeto o cosa que cuenta con características establecidas por alguien.

Recursos: Conjunto de elementos disponibles para satisfacer una necesidad.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada. Según el CONCYTEC (2018) la investigación aplicada se determina mediante conocimientos científicos para satisfacer una necesidad principal o secundaria (p.7). Por otro lado, Vargas (2009) define que también es conocida como investigación práctica o empírica, que son los conocimientos adquiridos para ponerlos en práctica frente a una situación (p.159). Esta investigación se basa en aplicar un plan de mantenimiento preventivo debido a las continuas causas que se generan en el área de producción de la empresa ROKY S.R.L, ayudando a mejorar la productividad y creando un área de trabajo seguro.

El nivel de investigación es descriptivo. Para Naghi (2005) es una forma de estudio para saber quién, donde, cuando, como y porque del objeto de estudio; es decir, la investigación descriptiva describe, calcula y pronostica las características de ciertos grupos (p.91). De esta manera, se ha ido describiendo de forma precisa y clara la situación actual de la empresa y el proceso de elaboración de trabajo.

La investigación según su enfoque es cuantitativa. Según Hernández (2006) sostiene que hace referencia al ámbito estadístico, analizando mediciones numéricas para determinar predicciones o el comportamiento de un problema (p.26). Por otro lado, Fernández, Hernández y Baptista (2014) sostienen que el enfoque cuantitativo tiene como característica medir y hallar la magnitud del problema de investigación (p.5). Para poder realizar la aplicación del plan de mantenimiento preventivo se harán mediciones de las dimensiones de las variables dependientes e independientes para observar el estado del área de producción.

La investigación tiene un diseño experimental. Según CONCYTEC (2018) afirma que son trabajos sistemáticos donde se tienen conocimientos basados en una experiencia práctica o son obtenidos durante la investigación (p.6). Siendo de tipo pre experimental, donde Arias (2006) afirma que es la prueba que se realiza antes del experimento, siendo el primer acercamiento al problema de investigación (p.1). El conocimiento obtenido durante la investigación son las cantidades producidas a diario y el tiempo empleado en el área de producción que nos ayuda para realizar el pre test y conocer la condición actual de la empresa

3.2. Variable y operacionalización

Como variable independiente se tiene el mantenimiento preventivo, que tiene como definición conceptual según Olives (2016) la define como un conjunto de intervenciones aplicadas de manera continua a una maquina o equipo, con la finalidad de optimizar su funcionamiento y evitar las paradas imprevistas (p.6).

Como definición operacional, es una herramienta que se aplicará para mejorar la productividad en la empresa ROKY S.R.L cuyas dimensiones son la fiabilidad y disponibilidad.

Se tiene como dimensión 1 la fiabilidad, cuyo indicador tiene la fórmula de:

$$\text{Fiabilidad} = \frac{\text{TTP} - \text{TPMNP}}{\text{TTP}}$$

TTP: Tiempo total de producción al mes (min)

TPMNP: Tiempo de parada por mantenimiento no programado al mes (min)

Con este indicador se podrá ver la probabilidad que tiene una máquina para realizar un respectivo trabajo bajo ciertas condiciones.

Se tiene como dimensión 2 la disponibilidad, cuyo indicador tiene la fórmula de:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{TTP} - \text{TPM}}{\text{TTP}}$$

TTP: Tiempo total de producción al mes (min)

TPM: Tiempo de parada por mantenimiento

Con este indicador se puede obtener la probabilidad si un equipo o máquina está en disposición de realizar ciertos trabajos.

Como variable dependiente se tiene la productividad, que tiene como definición conceptual según Romero (2018) que la productividad es un indicador con valor numérico que representa la situación de un área o proceso analizado (p.10).

Como definición operacional, este indicador se obtendrá de la multiplicación de los indicadores de eficiencia y eficacia, que se obtienen de los datos del área evaluada.

Se tiene como dimensión 1 la eficiencia, cuya fórmula representativa es:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo real de producción de piezas (min)}}{\text{Tiempo disponible de producción de piezas(min)}} \times 100\%$$

Este indicador mide la relación del proceso y el producto; es decir, los métodos que se utilizan para disminuir los recursos dentro del proceso.

Se tiene como dimensión 2 la eficacia, cuya fórmula representativa es:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Piezas producidas}}{\text{Piezas planificadas}} \times 100\%$$

Este indicador está en relación del producto y los resultados, donde el producto debe cumplir con los estándares establecidos por la alta dirección y para ello se deben realizar las acciones correctas durante todo el proceso de producción.

En síntesis, la matriz de operacionalización se encuentra en anexos (Ver anexo 3).

3.3. Población, muestra y muestreo

Según Hernández (2001) sostiene que la población es un conjunto de sujetos u objetos que tienen las mismas características donde se pueden definir como familias, ordenes, especies, animales o plantas (p.127). Por otro lado, Icart, Fuentelsaz y Pulpón (2006) afirman que es un conjunto de individuos que presentan propiedades que se desean evaluar (p.55). La población está conformada por la cantidad de piezas metálicas producidas en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L.

Como criterio de inclusión se tendrá la producción de lunes a sábados con una jornada de 8 horas diarias.

Como criterio de exclusión, no se consideran la producción de los días domingos y feriados, y la hora de descanso.

Según Hernández (2001) sostiene que la muestra es una parte o porción que representa un conjunto o población que se extrae para obtener resultados acerca de todo un universo (p.127). De igual manera, Icart, Fuentelsaz y Pulpón (2006) definen que es un grupo de sujetos que realmente se quiere estudiar; es decir, es una cantidad específica de la población (p.55). En la presente investigación tendrá como muestra la producción de lunes a sábado en una jornada de 8 horas diarias durante 30 días.

Según Icart, Fuentelsaz y Pulpón (2006) afirman que el muestreo es el procedimiento que se utiliza para extraer la muestra de la población (p.56). Asimismo, el trabajo de investigación tendrá un tipo de muestreo no probabilístico, que hace referencia a que todos los sujetos no tienen la misma probabilidad de pertenecer a la muestra. La unidad de análisis son la cantidad de piezas producidas.

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

Urbano y Yuni (2006) sostienen que una técnica de recolección de datos está determinada por una serie de recomendaciones que el investigador debe respetar para asegurar la validez y confiabilidad de los datos (p.32). En la investigación se llevará a cabo la técnica de la observación, donde se obtendrá información de manera directa y confiables; además, se tendrán los datos con los que se podrán hallar los indicadores de las variables.

Los instrumentos de recolección de datos según Urbano y Yuni (2006) son dispositivos creados para medir datos reales (p.33). Por otro lado, Martínez (2016) sostiene que un instrumento debe garantizar lo que se quiere medir (p.77). Como instrumento de recolección de datos se utilizará las fichas de registros de mantenimiento preventivo.

La validez según Silva y Brain (2006) es el grado que tiene un instrumento para medir la variable (p.63). La validez de nuestro instrumento de recolección de datos será determinada por el juicio de experto, donde se presentará un formato a 3 profesores de la carrera de Ingeniería Industrial incluyendo el asesor metodólogo, donde calificarán si nuestro instrumento es válido. (Ver anexo 5, anexo 6, anexo 7).

Tabla 8. *Validación de Juicios de Expertos*

N°	Juez Validador	DNI	Observaciones
1	Zeña Ramos, Jose La Rosa	17533125	Si hay suficiencia
2	Molina Vilchez, Jaime Enrique	06019540	Si hay suficiencia
3	Egusquiza Rodriguez, Margarita	08474379	Si hay suficiencia

Fuente: Elaboración propia

Para Urbano y Yuni (2006) la confiabilidad es el grado de exactitud o precisión de medida de un instrumento; es decir, si se le aplica el mismo instrumento repetidamente al sujeto u objeto, produce iguales resultados (p.33). Para ello, se utilizará el Test – Retest, donde Barraza (2007) la sustenta como una estrategia que consiste en la aplicación de un instrumento a una misma muestra de sujetos u objetos en al menos dos tiempos diferentes haciéndose uso de diferentes estadísticos como el coeficiente de correlación de Pearson o Sperman (p.7). A continuación se tiene la tabla de rangos de correlación según el autor Barraza (2007, p.8).

Tabla 9. *Tabla de correlación*

RANGO	CORRELACIÓN
0.50 a 0.60	Inaceptable
0.61 a 0.65	Indeseable
0.66 a 0.70	Mínimamente aceptable
0.71 a 0.80	Respetable
0.81 a 0.90	Muy buena

Fuente: Tomada de Barraza Macías (2007)

Para hallar la confiabilidad de nuestro instrumento se tomarán los datos de la empresa ROKY S.R.L, realizando una prueba piloto. Como la muestra es menor a 50 datos, utilizaremos la prueba de normalidad denominada Shapiro Wilk.

Tabla 10. *Coeficiente de α in para el contraste de Shapiro Wilk*

n	1	2	3	4	5	6	7	8
2	0.7071							
3	0.7071	0.0000						
4	0.6872	0.1677						
5	0.6646	0.2413	0.0000					
6	0.6431	0.2806	0.0875					
7	0.6233	0.3031	0.1401	0.0000				
8	0.6052	0.3164	0.1743	0.0561				
9	0.5888	0.3244	0.1976	0.0947	0.0000			
10	0.5739	0.3291	0.2141	0.1224	0.0399			
11	0.5601	0.3315	0.2260	0.1429	0.0695	0.0000		
12	0.5475	0.3325	0.2347	0.1586	0.0922	0.0303		
13	0.5359	0.3325	0.2412	0.1707	0.1099	0.0539	0.0000	
14	0.5251	0.3318	0.2495	0.1802	0.1240	0.0727	0.0240	
15	0.5150	0.3306	0.2495	0.1878	0.1353	0.0880	0.0433	0.0000

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra los coeficientes respectivos según la cantidad de la muestra que se desea evaluar, que será utilizado para hallar el coeficiente de correlación.

Tabla 11. Niveles de significación para el contraste de Shapiro Wilk

n	0.01	0.02	0.05	0.1	0.5	0.9	0.95	0.98	0.99
3	0.753	0.756	0.767	0.789	0.959	0.998	0.999	1.000	1.000
4	0.687	0.707	0.748	0.792	0.935	0.987	0.992	0.996	0.997
5	0.686	0.715	0.762	0.806	0.927	0.979	0.986	0.991	0.993
6	0.713	0.743	0.788	0.826	0.927	0.974	0.981	0.986	0.989
7	0.730	0.760	0.803	0.839	0.928	0.972	0.979	0.985	0.988
8	0.749	0.778	0.818	0.851	0.932	0.972	0.978	0.984	0.987
9	0.764	0.791	0.829	0.859	0.935	0.972	0.978	0.984	0.986
10	0.781	0.806	0.842	0.869	0.938	0.972	0.978	0.983	0.986
11	0.792	0.817	0.850	0.876	0.940	0.973	0.979	0.984	0.986
12	0.805	0.828	0.859	0.883	0.943	0.973	0.979	0.984	0.986
13	0.814	0.837	0.866	0.889	0.945	0.974	0.979	0.984	0.986
14	0.825	0.846	0.874	0.895	0.947	0.975	0.980	0.984	0.986
15	0.835	0.855	0.881	0.901	0.950	0.975	0.980	0.984	0.987

Fuente: Elaboración propia

La tabla 11 representa los datos correspondientes al nivel de significancia con respecto a la correlación que se obtiene de las muestras piloto, donde se tiene la siguiente regla de decisión:

Si $p < 0.05$ entonces se tendrá una distribución no normal y se utilizará el coeficiente de correlación de Sperman.

Si $p \geq 0.05$ entonces se tendrá una distribución normal y se utilizará el coeficiente de correlación de Pearson.

PRUEBA	UNIDADES (PIEZAS)		EFICACIA	HORAS DE PRODUCCIÓN (min)		EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD
	PLANIFICADAS	PRODUCIDAS		DISPONIBLE	REAL		
1	100	69	0.69	480	385	0.80	0.55
2	100	74	0.74	480	360	0.75	0.56
3	100	83	0.83	480	390	0.81	0.67
4	100	61	0.61	480	335	0.70	0.43
5	100	51	0.51	480	421	0.88	0.45
6	100	66	0.66	480	425	0.89	0.58
7	100	67	0.67	480	392	0.82	0.55
8	100	67	0.67	480	400	0.83	0.56
9	100	49	0.49	480	314	0.65	0.32
10	100	86	0.86	480	430	0.90	0.77
11	100	49	0.49	480	375	0.78	0.38
12	100	61	0.61	480	430	0.90	0.55

Figura 12. Primera muestra

Fuente: Microsoft Excel

i	X_i	$(X_i - \text{MED})^2$	a_i	$X_i \text{ INV}$	$\text{Dif}(X_i - X_i \text{ INV})$		x	0.53083333
1	0.32	0.0444507	0.5475	0.77	-0.45		$\text{Su}(X_i - \text{MED})^2$	0.16569167
2	0.38	0.0227507	0.3325	0.67	-0.29		$a_i * \text{Dif}$	-0.396373
3	0.43	0.0101674	0.2347	0.58	-0.15			
4	0.45	0.0065340	0.1586	0.56	-0.11		SWc	0.9482164
5	0.55	0.0003674	0.0922	0.56	-0.01		p-values	> 0.05
6	0.55	0.0003674	0.0303	0.55	0			
7	0.55	0.0003674		0.55				
8	0.56	0.0008507		0.55				
9	0.56	0.0008507		0.45				
10	0.58	0.0024174		0.43				
11	0.67	0.0193674		0.38				
12	0.77	0.0572007		0.32				

Figura 13. Test – Retest de la primera muestra

Fuente: Microsoft Excel

En la figura 13, se tiene la prueba de normalidad según Shapiro Wilk, donde hemos utilizados los datos que se visualizan en la tabla 10 para poder hallar el coeficiente de correlación y el nivel de significancia. De la misma manera, se realizará otra segunda prueba para comparar los coeficientes de correlación; ya que, si existe similitud quiere decir que el instrumento es confiable

PRUEBA	UNIDADES (PIEZAS)		EFICACIA	HORAS DE PRODUCCIÓN (min)		EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD
	PLANIFICADAS	PRODUCIDAS		DISPONIBLE	REAL		
1	100	64	0.64	480	427	0.89	0.57
2	100	76	0.76	480	432	0.90	0.68
3	100	81	0.81	480	380	0.79	0.64
4	100	71	0.71	480	373	0.78	0.55
5	100	75	0.75	480	399	0.83	0.62
6	100	88	0.88	480	410	0.85	0.75
7	100	91	0.91	480	440	0.92	0.83
8	100	70	0.7	480	435	0.91	0.63
9	100	83	0.83	480	425	0.89	0.73
10	100	61	0.61	480	423	0.88	0.54
11	100	80	0.8	480	385	0.80	0.64
12	100	73	0.73	480	430	0.90	0.65

Figura 14. Segunda muestra

Fuente: Microsoft Excel

i	Xi	(Xi-MED)2	ai	Xi INV	Dif(Xi-Xi INV)		x	0.6525
1	0.54	0.0126563	0.5475	0.83	-0.29		Su(Xi-MED)2	0.079625
2	0.55	0.0105063	0.3325	0.75	-0.2		ai*Dif	-0.274187
3	0.57	0.0068063	0.2347	0.73	-0.16			
4	0.62	0.0010563	0.1586	0.68	-0.06		SWc	0.94415712
5	0.63	0.0005062	0.0922	0.65	-0.02		p-values	> 0.05
6	0.64	0.0001562	0.0303	0.64	0			
7	0.64	0.0001562		0.64				
8	0.65	0.0000062		0.63				
9	0.68	0.0007563		0.62				
10	0.73	0.0060063		0.57				
11	0.75	0.0095063		0.55				
12	0.83	0.0315063		0.54				

Figura 15. Test – Retest de la segunda muestra

Fuente: Microsoft Excel

Una vez realizados los test – retest de la primera y segunda muestra se obtuvieron que los coeficientes de correlación son 0.948 y 0.944 respectivamente, es decir, según la tabla 11 el nivel de significancia que le corresponde a esos valores con una muestra de 12 datos es mayor a 0.05. Por lo tanto, las muestras poseen una distribución normal; es decir, utilizaremos el coeficiente de correlación de Pearson para justificar que nuestro instrumento es confiable.

n	Xi	Yi			
1	0.32	0.54		Coef. Corr. Pearson	0.95571497
2	0.38	0.55			
3	0.43	0.57			
4	0.45	0.62			
5	0.55	0.63			
6	0.55	0.64			
7	0.55	0.64			
8	0.56	0.65			
9	0.56	0.68			
10	0.58	0.73			
11	0.67	0.75			
12	0.77	0.83			

Figura 16. Coeficiente de correlación de Pearson

Fuente: Microsoft Excel

Como se puede apreciar en la figura 11, el coeficiente de correlación es de 0.9557; por tanto, según los intervalos establecidos en la tabla 9 la correlación es muy buena. Por consiguiente, se puede afirmar que nuestro instrumento es confiable.

3.5. Procedimientos

3.5.1. Diagnóstico inicial de la empresa

Según las causas encontradas en el diagrama de Ishikawa (ver figura 4) y distribuidas con respecto a su puntaje en el diagrama de Pareto (ver figura 5) se pudo reconocer aquellas afectan directamente a la productividad de la empresa; de modo que, utilizando el 80 – 20 se puede describir que el 80% de las causas generan la mayor parte de consecuencias que producen la baja productividad dentro de la empresa.

Tabla 12. *Causas que generan baja productividad según el 80 – 20*

Nro.	Causas
C10	Mala supervisión de trabajo
C7	Parada de máquinas
C8	Iluminación
C12	Indicadores de mantenimiento
C9	Polución
C6	Averías
C2	Personal no capacitado
C11	No existe calibración de máquina

Fuente: Elaboración propia

La tabla 12, muestra el 80% de las causas que afectan directamente a la baja productividad de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L. Por ello, para poder aplicar un plan de mantenimiento preventivo se debe conocer los registros de la máquina de torno y fresadora que son las que participan con mayor frecuencia en el proceso de producción de las piezas metálicas.

Tabla 13. *Registro de la máquina de torno*

PARTE	ACTIVIDAD	PROCEDIMIENTOS	FRECUENCIA
Sistema de sujeción de piezas	Funcionamiento de las mordazas y contrapunta	Comprobar funcionamiento	Diario
Sistema eléctrico	Verificar el estado del cable de alimentación	Inspección visual	Semanal
Motor eléctrico	Niveles de aislamiento, elevación de temperaturas	Realizar análisis de vibraciones	Semestral
Sistema de transmisión	Verificar la tensión de fajas y poleas alineadas	Inspección visual	Semestral
Caja de velocidad	Verificar engranajes y lubricación	Inspección visual	Anual

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Registro de la máquina fresadora

PARTE	ACTIVIDAD	PROCEDIMIENTOS	FRECUENCIA
Mesa	Mesa alineada	Comprobar alineación	Diario
Sistema eléctrico	Verificar el estado del cable de alimentación	Inspección visual	Semanal
Eje porta fresas	Verificar el posible descentrado	Comprobar alineación	Mensual
Motor eléctrico	Niveles de aislamiento, elevación de temperaturas	Realizar análisis de vibraciones	Semestral
Sistema de transmisión	Verificar la tensión de fajas y poleas alineadas	Inspección visual	Semestral
Caja de velocidad	Verificar engranajes y lubricación	Inspección visual	Anual

Fuente: Elaboración propia

Las tablas 13 y 14 son los registros de las máquinas que tienen más continuidad de uso en la fabricación de piezas metálicas, donde indica las partes, actividades, procedimientos similares que presenta cada máquina y la frecuencia con que se supervisa cada parte. De esta manera, se aprecia que la empresa ROKY cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, por lo que al presentarse una falla en cualquiera de las máquinas produciría un retraso en la producción.

3.5.2. Situación actual de la empresa

La empresa metalmecánica ROKY S.R.L. está dedicada a diseñar, reparar y fabricar piezas industriales o metálicas. El inicio de sus actividades comenzó el 22 de abril del 2010, dedicándose solo a la reparación de piezas; sin embargo, en el 2013 se dedicó a fabricar piezas y tomar un lugar en el mercado, teniendo como proveedores a ACERO BOHLER DEL PERÚ S.A.C (Suministros de aceros especiales para sectores industriales metalmecánico, minero, forestal, pesquero y construcción) y CEPESA (Comercialización de productos de acero); asimismo, como cliente se tiene a la empresa PAPELERA ZARATE, donde se presta servicios

de mantenimiento correctivo a las maquinarias del área de producción y EMPRESA METAL MECÁNICA S.A., donde prestan servicios terciarizados para la fabricación de metales no ferrosos. En la actualidad la planta de producción está ubicada entre el cruce de la Av. Universitaria con la Av. Carlos Izaguirre.

R.U.C: 20601752175

Razón Social: Metalmecánica ROKY S.R.L.

Tipo de empresa: Sociedad de Responsabilidad Limitada

Condición: Activa

Fecha de inicios de actividades: 22 de abril del 2010

Actividad comercial: Fabricación y reparación de piezas industriales

Dirección legal: Mz. D Lt. 1-A Asociación San Francisco

Distrito: San Martín de Porres, Lima, Perú

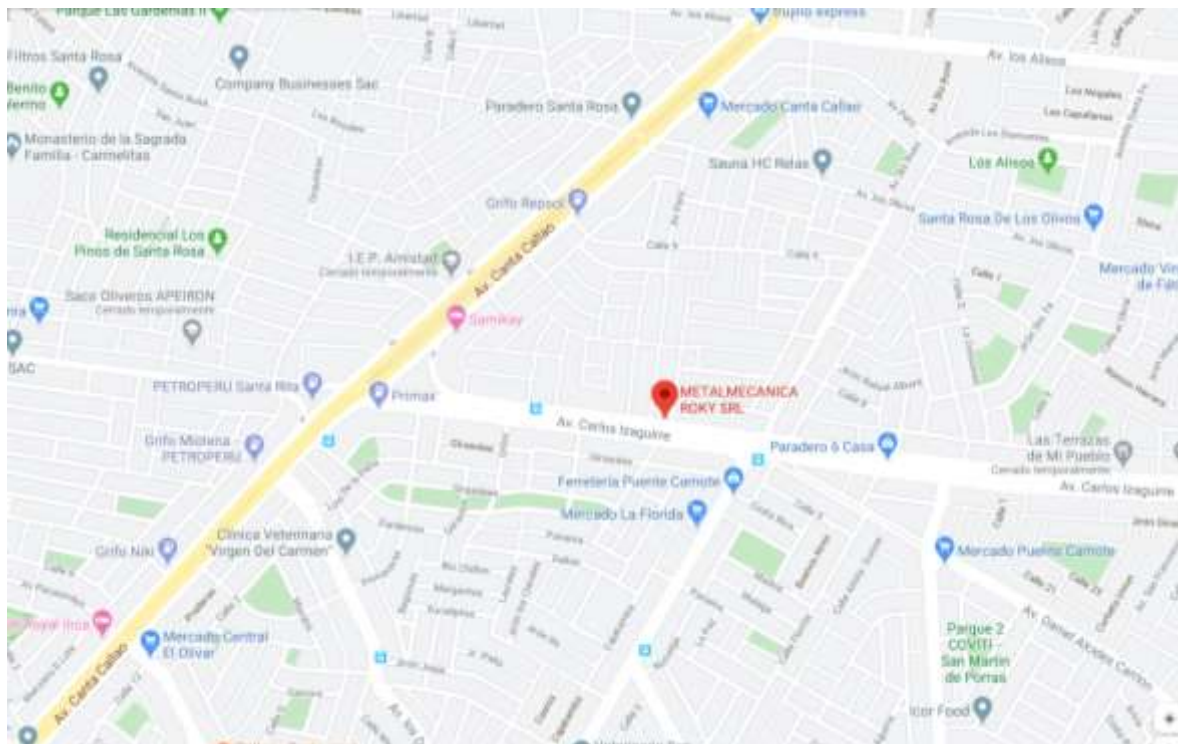


Figura 17. Ubicación geográfica ROKY S.R.L

Fuente: Google Maps

Organigrama la empresa ROKY S.R.L

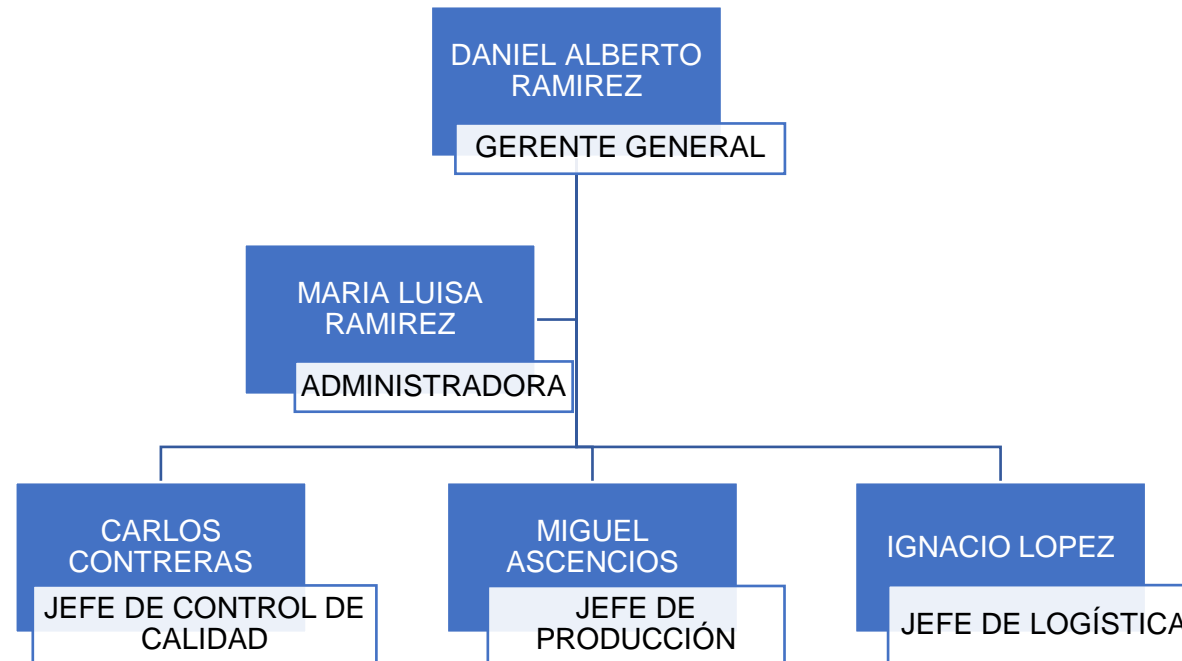


Figura 18. Organigrama de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L

Fuente: Elaboración propia

Misión

Somos una empresa que realiza diseños de fabricación y reparación de todo tipo de piezas industriales. Brindando un servicio de calidad y garantía a sus clientes.

Visión

Ser reconocidos a nivel nacional como una empresa líder y garantizada, en la fabricación y reparación de todo tipo de piezas industriales.

Valores

Responsabilidad

Puntualidad

Solidaridad

Compromiso

Respeto

Estrategias

Impulsar el crecimiento dentro del sector fortaleciendo la calidad del producto y evitando la demora en la producción.

Atraer al cliente teniendo un plan de marketing que ayude a levantar la imagen de la empresa.

Construir una organización integra, teniendo trabajadores que tengan buen desempeño en sus áreas.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS




METALMECANICA <small>ROXY S.R.L.</small> <small>FABRICACIÓN DE TODO TIPO DE MAQUINARIAS</small> <small>FABRICACIÓN PERSONAL, RÍPIDO INDUSTRIAL</small>		FORMATO						
		DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS						
Fecha Realización:		Ficha Número:						
Diagrama No. <u>1</u>	Página <u>1</u> de <u>1</u>	RESUMEN						
Proceso: <u>Fabricación de engranaje</u>		Actividad	Actual		Propuesto		Economía	
			Cant.	Tiemp.	Cant.	Tiemp.	Cant.	Tiemp.
Actividad:		Operación	<u>3</u>					
		Transporte	<u>4</u>					
Tipo de diagrama: <u>D&P</u>		Espera	<u>0</u>					
		Inspección	<u>4</u>					
Método:		Almacenamiento	<u>2</u>					
		Distancia Total	<u>33m</u>					
Area / Sección: <u>Producción</u>		Tiempo Total						
Elaborado por: <u>Gerencia</u>		Aprobado por:						
Descripción					Dist.	Tiemp.	Observaciones	
1. Materia prima								
2. Mesa de trabajo					<u>11m</u>			
3. Inspección del material								
4. El hierro es llevado al torno					<u>5m</u>			
5. El hierro es desbastado a la medida requerida para luego ser llevado a la fresadora								
6. Inspección de la medida requerida								
7. El hierro es llevado a la fresadora					<u>8m</u>			
8. Se empieza a realizar los dientes del engranaje.								
9. Se inspecciona que los primeros dientes tengan las medidas correctas.								
10. Se continua con el proceso de fabricación de los dientes.								
11. Se inspecciona que todos los dientes estén con las mismas medidas.								
12. El engranaje es llevado al almacen.					<u>9m</u>			
13. El engranaje se quedará en almacen hasta que vengan								
TOTAL		<u>3</u>	<u>4</u>	<u>0</u>	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>33m</u>	

Figura 19. Diagrama de análisis de procesos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Base de datos de junio

JUNIO	UNIDADES (PIEZAS)		HORAS DE PRODUCCIÓN (min)	
FECHA	PLANIFICADAS	PRODUCIDAS	DISPONIBLE	REAL
DÍA 1	100	69	480	385
DÍA 2	100	74	480	360
DÍA 3	100	83	480	390
DÍA 4	100	61	480	335
DÍA 5	100	51	480	421
DÍA 6	100	66	480	425
DÍA 7	0	0	0	0
DÍA 8	100	67	480	392
DÍA 9	100	67	480	400
DÍA 10	100	49	480	314
DÍA 11	100	86	480	430
DÍA 12	100	49	480	375
DÍA 13	100	61	480	430
DÍA 14	0	0	0	0
DÍA 15	100	64	480	427
DÍA 16	100	76	480	432
DÍA 17	100	81	480	380
DÍA 18	100	71	480	373
DÍA 19	100	75	480	399
DÍA 20	100	88	480	410
DÍA 21	0	0	0	0
DÍA 22	100	91	480	440
DÍA 23	100	70	480	435
DÍA 24	100	83	480	425
DÍA 25	100	61	480	423
DÍA 26	100	80	480	385
DÍA 27	100	73	480	430
DÍA 28	0	0	0	0
DÍA 29	0	0	0	0
DÍA 30	100	68	480	412
TOTAL	2500	1764	12000	10028

Fuente: Elaboración propia

La tabla 15 muestra los datos correspondientes al mes de junio, mediante los cuales se podrá hallar los indicadores de cada dimensión que representa a cada variable. Asimismo, en la tabla 16 se calculó los tiempos de parada por mantenimiento no programado durante todo el mes.

Tabla 16. Parada por mantenimiento no programado de junio

DÍAS	TIEMPO (min)	DÍAS	TIEMPO (min)
DÍA 1	75	DÍA 16	48
DÍA 2	120	DÍA 17	100
DÍA 3	90	DÍA 18	107
DÍA 4	145	DÍA 19	81
DÍA 5	59	DÍA 20	70
DÍA 6	55	DÍA 21	0
DÍA 7	0	DÍA 22	40
DÍA 8	88	DÍA 23	45
DÍA 9	80	DÍA 24	55
DÍA 10	166	DÍA 25	57
DÍA 11	50	DÍA 26	95
DÍA 12	105	DÍA 27	50
DÍA 13	50	DÍA 28	0
DÍA 14	0	DÍA 29	0
DÍA 15	53	DÍA 30	68
TOTAL	1952		

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, aparte de los tiempos de parada por mantenimiento no programado, todos los domingos se realizan un mantenimiento planificado a todas las máquinas para evitar retrasos en la producción, haciendo un total de 32 horas mensuales o 1920 minutos.

Cálculo de la eficiencia, eficacia, fiabilidad y disponibilidad del mes de junio

Eficiencia = (Tiempo real de producción / Tiempo disponible de producción) x 100%

Eficiencia = (10028 / 12000) x 100%

Eficiencia = 83.56%

Eficacia = (Unidades producidas / Unidades planificadas) x 100%

Eficacia = (1764 / 2500) x 100%

Eficacia = 70.56%

Productividad = Eficiencia x Eficacia

Productividad = 0.8356 x 0.7056

Productividad = 0.5896

Productividad = 58.96%

Fiabilidad = $(TTP - TPMNP) / TTP$

TTP: Tiempo total de producción al mes (min)

TPMNP: Tiempo de parada por mantenimiento no programado

Fiabilidad = $(12000 - 1952) / 12000$

Fiabilidad = 0.8373

Fiabilidad = 83.73%

Disponibilidad = $(TTP - TPM) / TTP$

TTP: Tiempo total de producción al mes (min)

TPM: Tiempo de parada por mantenimiento al mes (min)

Disponibilidad = $(12000 - 1920) / 12000$

Disponibilidad = 0.8400

Disponibilidad = 84.00%

La tabla 13 representa los datos que se necesitan para hallar los indicadores de las dimensiones que representan a las variables con respecto al mes de junio. Asimismo, se realizó 4 domingos mantenimiento a las máquinas, siendo un total de 32 horas o 1920 minutos.

Tabla 17. Indicadores junio

MESES	INDICADORES				
	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD	FIABILIDAD	DISPONIBILIDAD
JUNIO	83.56%	70.56%	58.96%	83.73%	84.00%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 17 representa los resultados de los indicadores de las variables antes de la implementación; es decir, se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa, siendo la productividad 58.96%. A partir de los datos obtenidos se podrán realizar las medidas preventivas necesarias para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa.

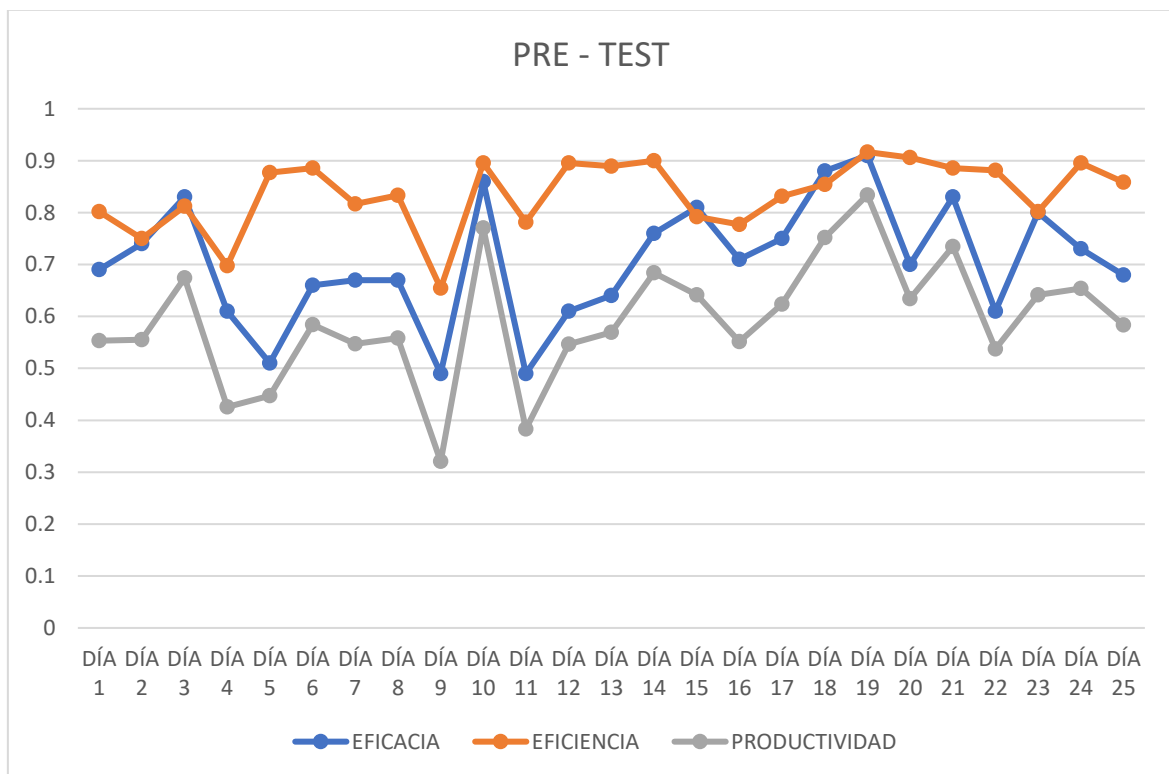


Figura 20. Gráfico PRE - TEST

Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Propuesta de mejora

Para poder establecer la propuesta de mejora a la empresa ROKY S.R.L, se realizó la matriz de priorización (ver tabla 7), donde se propusieron diferentes métodos como: Estudio del trabajo, TPM, Ciclo Deming, Mantenimiento preventivo, 5S y Just in time; asimismo, se establecieron alternativas de solución como: solución a la problemática, costo de aplicación, facilidad de aplicación y tiempo de aplicación, dando una escala de calificación de 0 (malo), 1 (bueno) y 2 (muy bueno). Realizando el estudio con el encargado del área de producción, se obtuvo que el mantenimiento preventivo es la alternativa más óptima que la empresa debe aplicar; ya que, el problema que ocasiona la baja productividad se centra en las maquinarias del área de producción y su tiempo de aplicación es más flexible de los demás.

Para poder realizar el plan de mantenimiento preventivo, se realizó la metodología basada en el libro Mantenimiento Productivo Total de Cuatrecasas llamada “Las seis grandes pérdidas de los equipos de producción”, donde el autor hace referencia que el objetivo de un sistema productivo eficiente desde el punto de vista de las maquinarias o equipos es conseguir que operen de la manera más eficaz durante el mayor tiempo posible. Sin embargo, lo que impide maximizar la eficiencia global de un equipo está determinada en seis grupos: averías, preparaciones y ajustes, tiempo en vacío y paradas cortas, velocidad reducida, defectos de calidad y reprocesos, puesta en marcha, teniendo en cuenta que estos factores producen diferentes defectos dentro de la empresa.

Tabla 18. *Cronograma de implementación*

Actividades	Tiempo de duración								
	20/07	25/07	30/07	06/08	10/08	15/08	20/08	25/08	31/08
Análisis de registros de mantenimiento									
Recolección de datos iniciales									
Toma de acciones preventivas									
Cronogramas de inspecciones									
Lubricación y mantenimiento de las piezas de las máquinas									
Análisis de vibraciones									
Regular niveles de aislamiento									
Regular elevación de temperaturas									
Recolección de datos finales									

Fuente: Elaboración propia

Presupuesto del cronograma de implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa ROKY S.R.L.

Tabla 19. Aportes no monetarios

CLASIFICADOR DE GASTOS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO S/.	TOTAL
2	Gastos presupuestarios			
2.1	Personal y obligaciones sociales			
2.1.1	Retribuciones y complementos en efectivo			
2.1.1 5	Docentes universitarios			
2.1.1 5.1	Docentes universitarios			
	Asesor	5	1130.00	5650.00
2.3	Bienes y servicios			
2.3.2	Contrataciones de servicios			
2.3.2 7	Servicios profesionales y técnicos			
2.3.2 7.1	Servicios de consultoría y similares desarrollados por personas jurídicas			
2.3.2 7.1 7	Investigaciones			
	Carpeta de bachiller INVESTIGADOR 1	1	1000.00	1000.00
	Carpeta de bachiller INVESTIGADOR 2	1	1000.00	1000.00
2.3.1 9.1 1	Libros, textos y otros materiales impresos			
	Libro de la gestión de la productividad de Joseph Prokopenko	1	60.00	60.00
TOTAL				7710.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Aporte monetario

CLASIFICADOR DE GASTOS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO S/.	TOTAL
2	Gastos Presupuestarios			
2.3	Bienes y servicios			
2.3.1	Compra de Bienes			
2.3.1 6	Repuestos y accesorios			
2.3.1 6.1	Repuestos y accesorios			
2.3.1 6.1 3	De construcción y máquinas			
	Papel bond A4	1/2 millar	3.00	3.00
	Lápices	03 unidades	1.00	3.00
	Borrador	02 unidades	1.00	2.00
	Folder manila	01 unidad	1.00	1.00
	Ropa de trabajo	02 unidades	10.00	20.00
	Mascarilla	02 unidades	4.50	9.00
	Lentes	02 unidades	4.00	8.00
	Guantes	02 pares	6.00	12.00
	Repuestos	10 unidades	2.00	20.00
	Aceite	02 unidades	12.00	24.00
	Lubricante	04 unidades	10.00	40.00
	Filtro de aire	02 unidades	12.00	24.00
	Empaquetadura	03 unidades	8.00	24.00
2.3.2	Contratación de Servicios			
2.3.2 1	Viajes			
2.3.2 1.2	Viajes domésticos			
2.3.2 1.2 99	Otros Gastos			
	Movilidad Local	3 meses	80.00	240.00
2.3.2 2	Servicios Básicos, comunicaciones, Publicidad y Difusión			
2.3.2 2.2	Servicios de Telefonía e Internet			
2.3.2 2.2 3	Servicio de Internet			
	Internet	3 meses	80.00	240.00
S/. TOTAL				670.00

Fuente: Elaboración propia

3.5.4. Implementación de la propuesta

Las siguientes actividades a desarrollar serán aplicadas a la fresadora y torno, siendo las máquinas que tienen mayor participación en la fabricación de piezas metálicas. Ambas máquinas tienen partes similares que serán evaluadas para su correcto funcionamiento.



Figura 21. Máquina torno

Fuente: Elaboración propia

Uno de los factores causales que generan las demoras o tiempos de holgura se debe al motor eléctrico; donde, se encarga de convertir la energía eléctrica a energía mecánica de rotación que permite el funcionamiento del torno; de modo que, si existe una falla eléctrica, un corto circuito o la velocidad del motor es mayor a la resistencia de la fuente eléctrica no se podrá poner en marcha su funcionamiento.

La caja de velocidad sirve para realizar los cambios de velocidad con respecto a la pieza que se va a realizar, en donde el mayor problema se encuentra en sus engranajes o en el desgaste de los dientes del piñón; ya que produce una velocidad reducida que vendría a ser la cuarta gran pérdida establecida por el autor Cutrecasas.

El sistema de transmisión del torno sirve para seleccionar los distintos avances de las máquinas, utilizando configuraciones en los engranajes a las correas de transmisión. La falta de capacitación u operar a una velocidad inadecuada produce los reprocesos de las piezas, cuyo tiempo de duración es de 3 horas.

El sistema eléctrico permite la impartición de energía hacia otros puertos de la máquina, la falla de este sistema causa gran retraso en la producción y una mala calidad del producto, debido a que las piezas no llegan a obtener el diseño adquirido por el cliente.

El sistema de sujeción de piezas sirve para sujetar piezas que serán mecanizadas entre ellas, tenemos los platos de sujeción universal que tienen tres mordazas que nos brinda que esté centrada la pieza, la contrapunta que también nos ayuda a sujetar las piezas cilíndricas al igual que la luneta. La falla de este sistema produce la mala calidad del producto y reprocesos debido a las deformaciones o mal acabado de las piezas.

Del mismo modo, la máquina fresadora cuenta con estas 5 partes importantes que son el soporte del funcionamiento de las máquinas, una vez que se haya estudiado las máquinas con sus respectivas partes, se llevará a cabo las rutinas de inspecciones necesarias para evitar las fallas y averías de las máquinas.



Figura 22. Máquina fresadora

Fuente: Elaboración propia

El objetivo de la implementación de mejora son las siguientes:

Evitar las paradas inesperadas de las máquinas por averías.

Conservar las maquinarias y equipos en condiciones óptimas para su mejor desempeño.

Disminuir la depreciación de las máquinas y aumentar su vida útil

Reducir los costos de la empresa empleados en mantenimiento correctivo.

Una vez fijadas las partes de las maquinas que se encuentran presente con mayor frecuencia en el proceso de producción de piezas metálicas se establecerá rutinas de inspección con la finalidad de poder llevar un control y revisar a intervalos fijos

el avance de la implementación para obtener información útil acerca del estado de las máquinas. Se realizarán rutinas de inspecciones diarias, semanales, mensuales, semestrales y anuales.

Las inspecciones diarias se aplicarán al sistema de sujeción de piezas, donde se llevará a cabo la lubricación y engrase de los engranajes y la verificación del funcionamiento de la mordaza y contrapunta para evitar la mala formación de las piezas. Del mismo modo, se verificará la posición de la mesa de soporte de la fresadora para que las piezas tengan el mismo nivel y la misma medida.

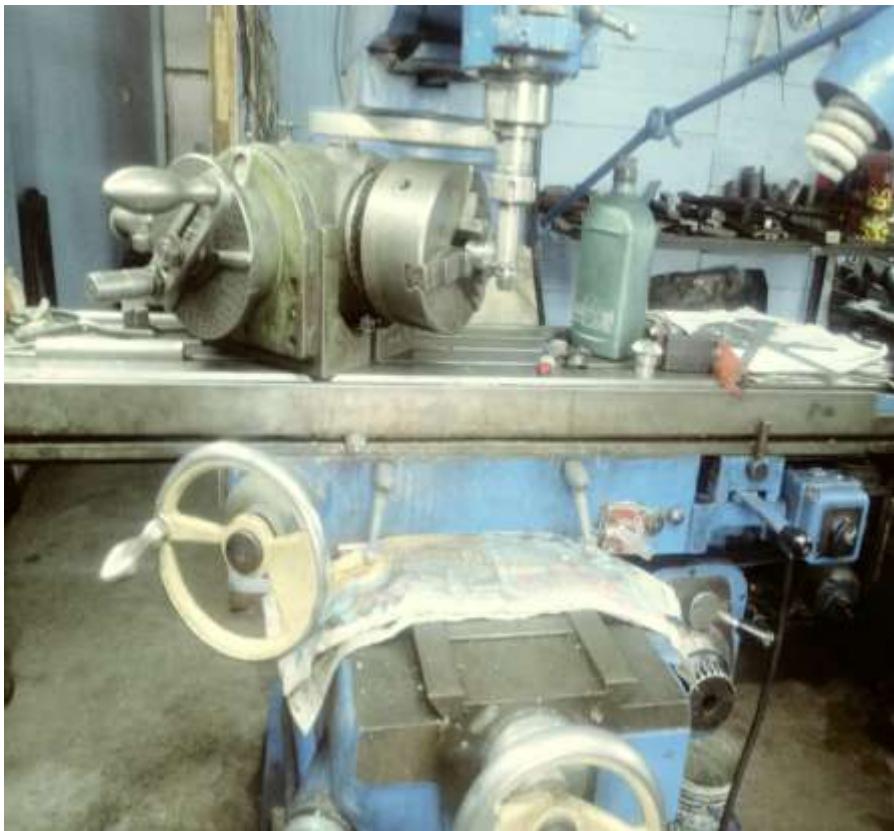


Figura 23. Sistema de sujeción de piezas

Fuente: Elaboración propia

Las inspecciones semanales se realizarán al sistema eléctrico del torno y fresadora; ya que, las máquinas transforman la energía eléctrica en mecánica para su funcionamiento, se realizará una inspección visual semanal del cable de alimentación eléctrico, para evitar los cortos circuitos y el desgaste del cable.

Las inspecciones mensuales se llevarán a cabo al eje porta fresas; ya que, se encarga que la pieza fabricada tenga buena alineación en su funcionamiento. Su mal funcionamiento causa reprocesos de 3 horas en la producción.



Figura 24. Eje porta fresas

Fuente: Elaboración propia

El motor eléctrico y el sistema de transmisión tendrán un mantenimiento semestral, realizando el análisis de vibración y el cambio de la faja transportadora y poleas que alinean las piezas para evitar los defectos de las piezas.

Las inspecciones anuales se realizarán a las cajas de velocidad de la fresadora y torno, cambio de los engranajes, lubricación, limpieza. Los engranajes cumplen una función importante dentro de la caja de velocidad; ya que, la ruptura de dientes produce la disminución de la velocidad y el mal acabado de las piezas, debido a que no todas se fabrican a la misma velocidad

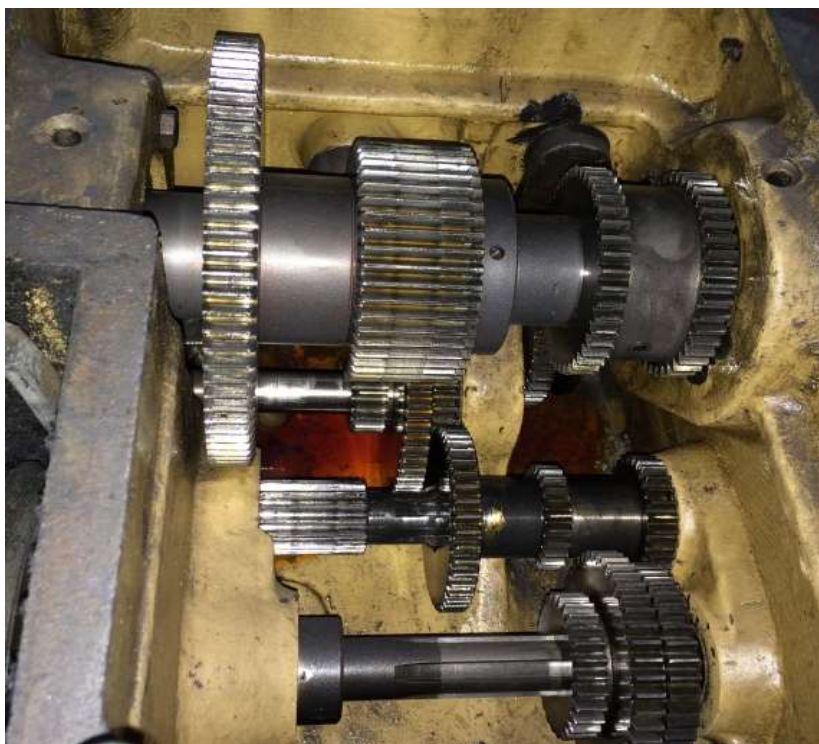


Figura 25. Caja de velocidad

Fuente: Elaboración propia

3.5.5 Recolección de datos finales (post - test)

Medición post test

Tabla 21. Base de datos de septiembre

SEPTIEMBRE	UNIDADES (PIEZAS)		HORAS DE PRODUCCIÓN (min)	
FECHA	PLANIFICADAS	PRODUCIDAS	DISPONIBLE	REAL
DÍA 1	100	84	480	415
DÍA 2	100	90	480	440
DÍA 3	100	86	480	425
DÍA 4	100	83	480	420
DÍA 5	100	84	480	425
DÍA 6	0	0	0	0
DÍA 7	100	83	480	418
DÍA 8	100	90	480	450
DÍA 9	100	84	480	415
DÍA 10	100	84	480	415
DÍA 11	100	88	480	420
DÍA 12	100	91	480	450
DÍA 13	0	0	0	0
DÍA 14	100	87	480	425
DÍA 15	100	88	480	460
DÍA 16	100	92	480	460
DÍA 17	100	92	480	460
DÍA 18	100	86	480	425
DÍA 19	100	87	480	425
DÍA 20	0	0	0	0
DÍA 21	100	88	480	420
DÍA 22	100	85	480	415
DÍA 23	100	85	480	415
DÍA 24	100	85	480	415
DÍA 25	100	88	480	420
DÍA 26	100	84	480	425
DÍA 27	0	0	0	0
DÍA 28	100	81	480	400
DÍA 29	100	90	480	460
DÍA 30	100	88	480	455
TOTAL	2600	2253	12480	11173

Fuente: Elaboración propia

La tabla 20, muestra los datos para poder hallar los indicadores de las dimensiones de la variable independiente luego la implementación de mejora para afirmar o negar las hipótesis planteadas.

Tabla 22. Parada por mantenimiento no programado de septiembre

DÍAS	TIEMPO (min)	DÍAS	TIEMPO (min)
DÍA 1	65	DÍA 16	20
DÍA 2	40	DÍA 17	20
DÍA 3	55	DÍA 18	55
DÍA 4	60	DÍA 19	55
DÍA 5	55	DÍA 20	0
DÍA 6	0	DÍA 21	60
DÍA 7	62	DÍA 22	65
DÍA 8	30	DÍA 23	65
DÍA 9	65	DÍA 24	65
DÍA 10	65	DÍA 25	60
DÍA 11	60	DÍA 26	55
DÍA 12	30	DÍA 27	0
DÍA 13	0	DÍA 28	80
DÍA 14	55	DÍA 29	20
DÍA 15	20	DÍA 30	25
TOTAL	1307		

Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo, el programa de rutinas de inspección se lleva a cabo todos los domingos con un total de 1920 minutos, y las paradas por mantenimiento no programado disminuyeron; ya que, no curren fallas ni averías de manera continua.

Cálculo de la eficiencia, eficacia, fiabilidad y disponibilidad del mes de junio

Eficiencia = (Tiempo real de producción / Tiempo disponible de producción) x 100%

Eficiencia = (11173 / 12480) x 100%

Eficiencia = 86.65%

Eficacia = (Unidades producidas / Unidades planificadas) x 100%

Eficacia = (2253 / 2600) x 100%

Eficacia = 89.53%

Productividad = Eficiencia x Eficacia

Productividad = 0.8665 x 0.8953

Productividad = 0.7767

Productividad = 77.67%

Fiabilidad = $(TTP - TPMNP) / TTP$

TTP: Tiempo total de producción al mes (min)

TPMNP: Tiempo de parada por mantenimiento no programado

Fiabilidad = $(12480 - 1307) / 12480$

Fiabilidad = 0.8952

Fiabilidad = 89.52%

Disponibilidad = $(TTP - TPM) / TTP$

TTP: Tiempo total de producción al mes (min)

TPM: Tiempo de parada por mantenimiento al mes (min)

Disponibilidad = $(12480 - 1920) / 12480$

Disponibilidad = 0.8462

Disponibilidad = 84.62%

Tabla 23. *Indicadores septiembre*

MESES	INDICADORES				
	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD	FIABILIDAD	DISPONIBILIDAD
SEPTIEMBRE	86.65%	89.53%	77.67%	89.52%	84.62%

Fuente: Elaboración propia

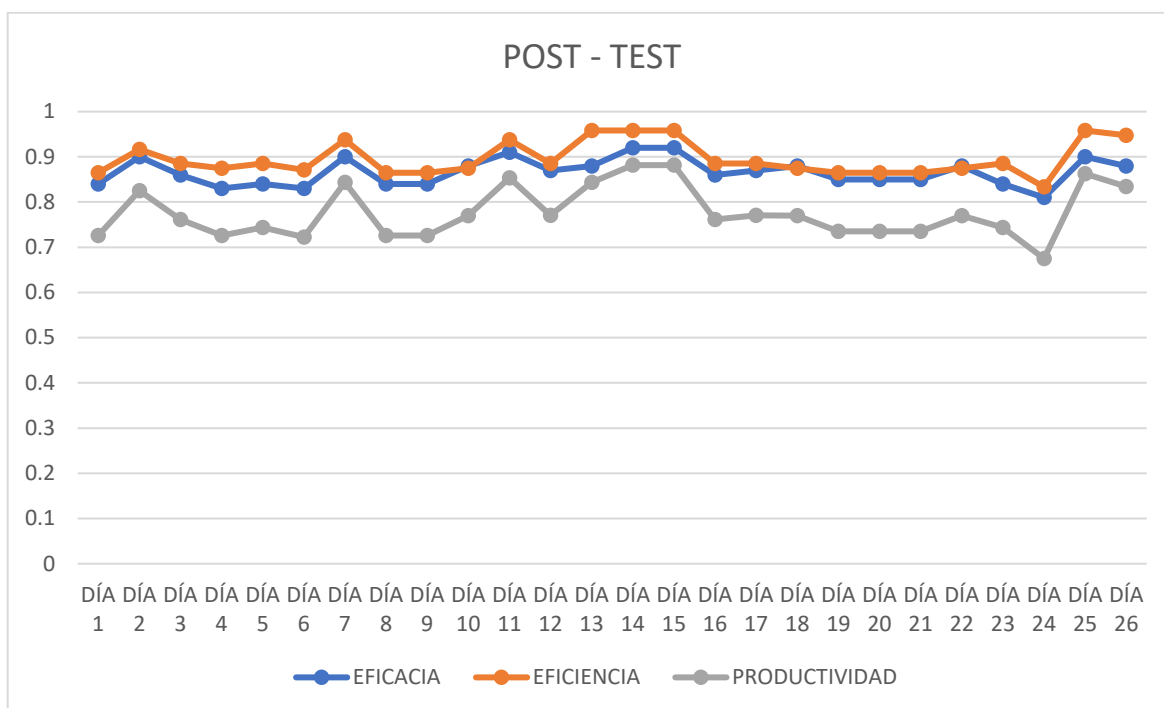


Figura 26. Gráfico POST – TEST

Fuente: Elaboración propia

Una vez finalizada la recolección de datos post – test se realizará los cuadros comparativos antes y después de la implementación de la herramienta. Primero comenzaremos por las dimensiones para finalizar con la variable, esto ayudará si la plicación de nuestra herramienta fue rentable para la empresa metalmecánica ROKY S.R.L.

Tabla 24. Cuadro comparativo entre pre – test y post – test de la eficiencia

Unidades	EFICIENCIA			
	PRE - TEST	%	POST - TEST	%
DÍA 1	0,80	80%	0,86	86%
DÍA 2	0,75	75%	0,92	92%
DÍA 3	0,81	81%	0,89	89%
DÍA 4	0,70	70%	0,88	88%
DÍA 5	0,88	88%	0,89	89%

DÍA 6	0,89	89%	0,87	87%
DÍA 7	0,82	82%	0,94	94%
DÍA 8	0,83	83%	0,86	86%
DÍA 9	0,65	65%	0,86	86%
DÍA 10	0,90	90%	0,88	88%
DÍA 11	0,78	78%	0,94	94%
DÍA 12	0,90	90%	0,89	89%
DÍA 13	0,89	89%	0,96	96%
DÍA 14	0,90	90%	0,96	96%
DÍA 15	0,79	79%	0,96	96%
DÍA 16	0,78	78%	0,89	89%
DÍA 17	0,83	83%	0,89	89%
DÍA 18	0,85	85%	0,88	88%
DÍA 19	0,92	92%	0,86	86%
DÍA 20	0,91	91%	0,86	86%
DÍA 21	0,89	89%	0,86	86%
DÍA 22	0,88	88%	0,88	88%
DÍA 23	0,80	80%	0,89	89%
DÍA 24	0,90	90%	0,83	83%
DÍA 25	0,86	86%	0,96	96%

Fuente: Elaboración propia

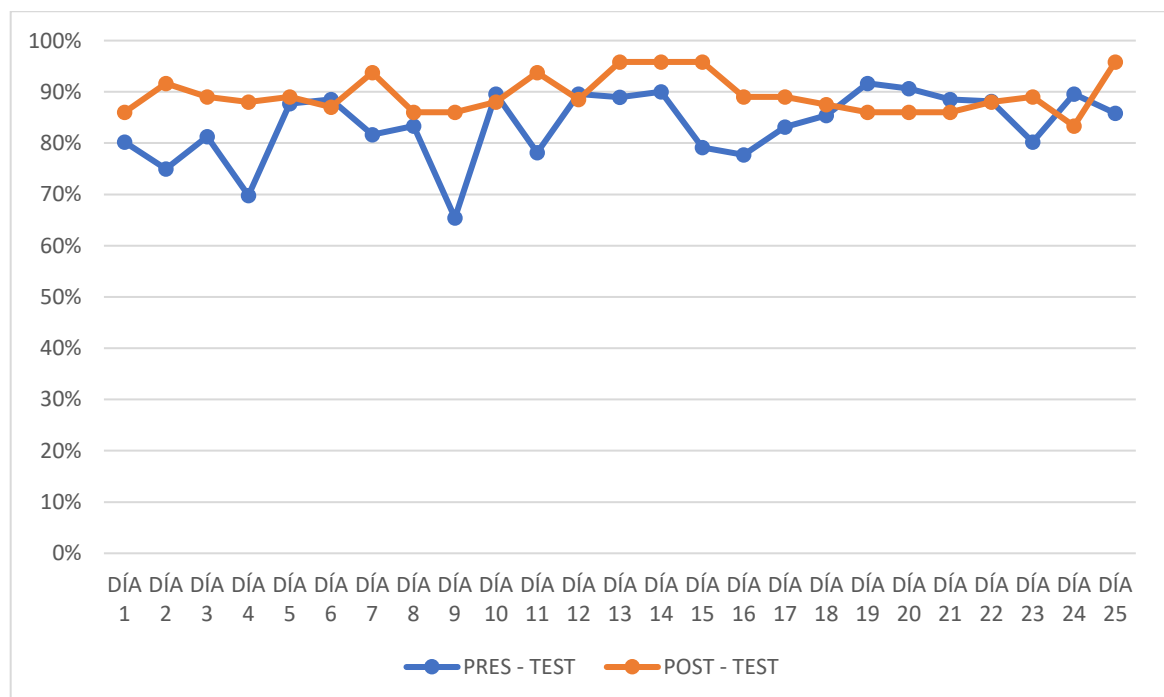


Figura 27. Gráfico de pre – test y post – test de la eficiencia

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Cuadro comparativo entre pre – test y post – test de la eficacia

Unidades	EFICACIA			
	PRE - TEST	%	POST - TEST	%
DÍA 1	0,69	69%	0,84	84%
DÍA 2	0,74	74%	0,90	90%
DÍA 3	0,83	83%	0,86	86%
DÍA 4	0,61	61%	0,83	83%
DÍA 5	0,51	51%	0,84	84%
DÍA 6	0,66	66%	0,83	83%
DÍA 7	0,67	67%	0,90	90%
DÍA 8	0,67	67%	0,84	84%
DÍA 9	0,49	49%	0,84	84%
DÍA 10	0,86	86%	0,88	88%
DÍA 11	0,49	49%	0,91	91%
DÍA 12	0,61	61%	0,87	87%
DÍA 13	0,64	64%	0,88	88%
DÍA 14	0,76	76%	0,92	92%
DÍA 15	0,81	81%	0,92	92%
DÍA 16	0,71	71%	0,86	86%
DÍA 17	0,75	75%	0,87	87%
DÍA 18	0,88	88%	0,88	88%
DÍA 19	0,91	91%	0,85	85%
DÍA 20	0,70	70%	0,85	85%
DÍA 21	0,83	83%	0,85	85%
DÍA 22	0,61	61%	0,88	88%
DÍA 23	0,80	80%	0,84	84%
DÍA 24	0,73	73%	0,81	81%
DÍA 25	0,68	68%	0,90	90%

Fuente: Elaboración propia

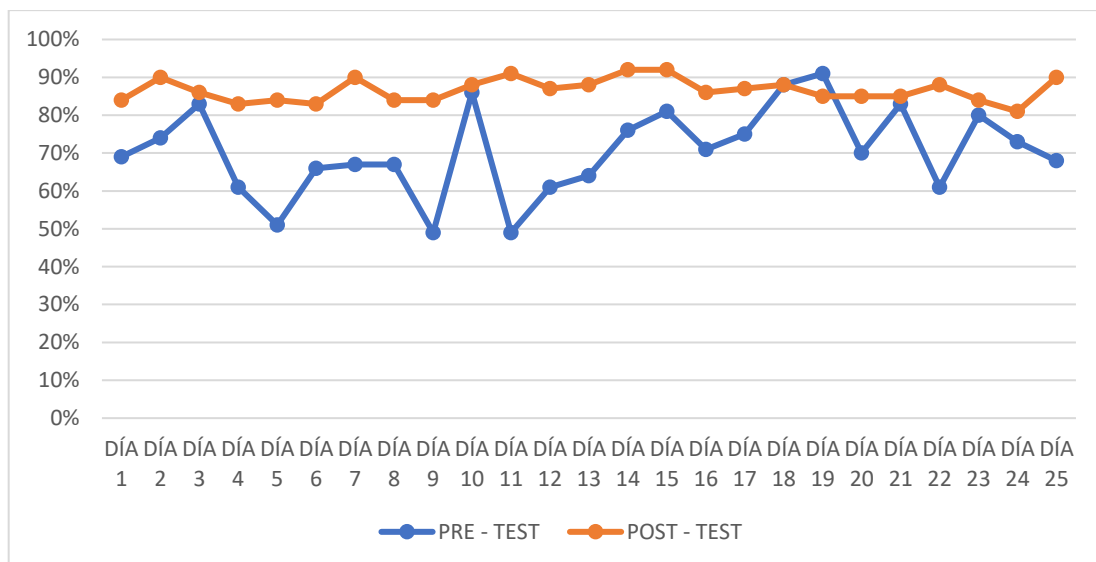


Figura 28. Gráfico de pre – test y post – test de la eficacia

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente gráfico se precisa la comparación de los datos pre test y post test, donde en la mayoría de días se obtuvo un incremento; es decir, la aplicación del plan de mantenimiento preventivo disminuyó las paradas imprevista o retrasos en la producción, aumentando el tiempo real de producción.

Tabla 26. Cuadro comparativo entre pre – test y post – test de la productividad

Unidades	PRODUCTIVIDAD			
	PRE - TEST	%	POST - TEST	%
DÍA 1	0,55	55%	0,73	73%
DÍA 2	0,56	56%	0,83	83%
DÍA 3	0,67	67%	0,76	76%
DÍA 4	0,43	43%	0,73	73%
DÍA 5	0,45	45%	0,74	74%
DÍA 6	0,58	58%	0,72	72%
DÍA 7	0,55	55%	0,84	84%
DÍA 8	0,56	56%	0,73	73%
DÍA 9	0,32	32%	0,73	73%
DÍA 10	0,77	77%	0,77	77%
DÍA 11	0,38	38%	0,85	85%
DÍA 12	0,55	55%	0,77	77%
DÍA 13	0,57	57%	0,84	84%
DÍA 14	0,68	68%	0,88	88%

DÍA 15	0,64	64%	0,88	88%
DÍA 16	0,55	55%	0,76	76%
DÍA 17	0,62	62%	0,77	77%
DÍA 18	0,75	75%	0,77	77%
DÍA 19	0,83	83%	0,73	73%
DÍA 20	0,63	63%	0,73	73%
DÍA 21	0,73	73%	0,73	73%
DÍA 22	0,54	54%	0,77	77%
DÍA 23	0,64	64%	0,74	74%
DÍA 24	0,65	65%	0,68	68%
DÍA 25	0,58	58%	0,86	86%

Fuente: Elaboración propia

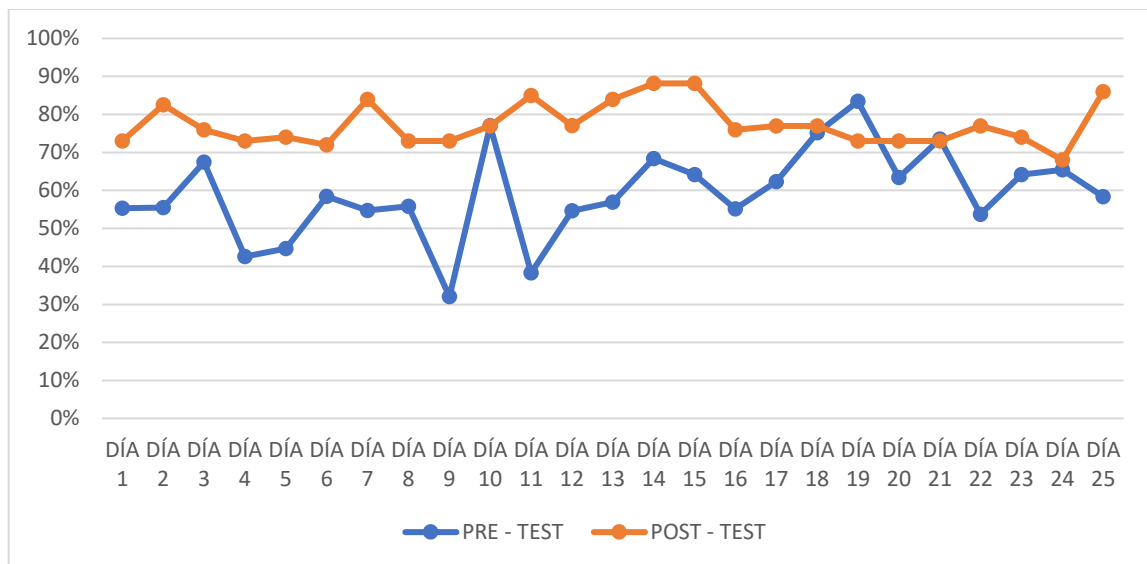


Figura 29. Gráfico de pre – test y post – test de la productividad

Fuente: Elaboración propia

En la figura 29, se tiene el incremento diario de la productividad; es decir, después de la implementación se disminuyeron los recursos utilizados (tiempos) y se aumentaron los productos terminados (piezas metálicas). De esta manera la productividad del día 14 y 15 fue del 88%, representando un buen manejo de los recursos utilizados; asimismo, en el día 19 la productividad post test es menor a la del pre test en un 10%, debido a una capacitación del personal acerca de seguridad y salud del trabajador.

3.5.6. Análisis económico financiero

El análisis económico financiero está enfocado a la reducción de costos después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo; es decir, sabremos si el proyecto será viable o no. Para ello, tenemos que la producción mensual es de 2200 piezas metálicas con un costo unitario de S/. 250 soles, de los cuales la inversión por unidad es del 50%, teniendo un costo indirecto de fabricación es S/. 2000 soles. Asimismo, se hallarán las inversiones tangibles (repuestos, útiles de oficina, bienes y servicio) y las inversiones intangibles (luz, agua, viáticos, otros); de modo que, se obtendrá un beneficio mensual para poder hallar el VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Rentabilidad) y el beneficio – costo en el periodo de un año.

Flujo de Caja económico de la mejora		Enfocada en la reducción de costos (mejora de la productividad)											
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
COSTO de operación PRE		283875	283875	283875	283875	283875	283875	283875	283875	283875	283875	283875	283875
Materia prima		275000	275000	275000	275000	275000	275000	275000	275000	275000	275000	275000	275000
Merma		6875	6875	6875	6875	6875	6875	6875	6875	6875	6875	6875	6875
CIF		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
COSTO de operación POST		281125	281125	281125	281125	281125	281125	281125	281125	281125	281125	281125	281125
Materia prima		275000	275000	275000	275000	275000	275000	275000	275000	275000	275000	275000	275000
Merma		4125	4125	4125	4125	4125	4125	4125	4125	4125	4125	4125	4125
CIF		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Beneficio		2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750
Inversiones tangibles	7009												
Repuestos accesorios	1720												
Bienes y servicios	4650												
Papelera y utiles de oficina	639												
Inversiones intangibles	17099,17												
Servicio de agua y desagüe	540												
Servicio de energía eléctrica	990												
Viáticos y asignaciones	4230												
Otros gastos	11339,17												
TOTALES NETOS	-24108,17	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750
Cálculo del VAN	4100,69												
Costo de Oportunidad del Capital (COK)	3%												
Cálculo del TIR	5%												
Cálculo del ratio Beneficio/Costo	1,17	28208,85											

Figura 30. Análisis Económico Financiero

Fuente: Microsoft Excel

De la figura 30, se puede observar que el VAN tiene un valor positivo de S/. 4100,69 y el TIR es del 5%, mayor a la tasa de interés del capital invertido, lo que significa que el proyecto es viable. Asimismo, el cálculo de la ratio Beneficio/Costo es de 1,17; es decir, por 1 sol invertido se ganará 0,17 céntimos.

3.6. Métodos y análisis de datos

El análisis descriptivo es aquel que recolecta y ordena datos a través de gráficos y medios visuales; por tanto, se utilizara la hoja de cálculo del programa Microsoft Excel donde se realizara el levantamiento de dato para hallar los indicadores, mediante las fórmulas aritméticas que se tienen.

El análisis inferencial se utiliza para determinar propiedades de una población, analizando una parte de esta. Para realizar el análisis inferencial del trabajo de investigación se utilizará el programa estadístico IBM SPSS que nos ayuda a comparar resultados y poder aceptar o rechazar la hipótesis nula.

3.7. Aspectos éticos

Nacionales

Artículo N° 3: Respeto por las personas en su integridad y autonomía

Reconoce el respeto a hacia las personas ya sea por su procedencia, estatus social o económico, su etnia género y demás características, dónde su bienestar está por encima de los intereses de la ciencia.

Artículo N° 4: Búsqueda del bienestar.

Busca el bienestar de las personas evitando riesgos o posibles daños y la preservación del medio ambiente.

Artículo N° 5: Justicia.

Busca el trato igualitario para todos los participantes en la investigación.

Artículo N° 6: Honestidad.

Busca la honestidad en cuanto a la transparencia de la investigación.

Artículo N°9: Responsabilidad.

Busca la responsabilidad por parte de los investigadores a que se cumpla estrictamente con los requisitos necesario para llevar a cabo el proyecto de investigación.

INTERNACIONALES

Según Resolución N.º 2485 de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Hace mención de los siguientes artículos:

Artículo N° 1

Hace mención de la creación de un comité de ética para un mejor control de actividades de docencia y de investigación realizadas por docentes, investigadores profesionales y estudiantes de esta casa de estudio.

Artículo N° 2

Hace mención que el comité de ética será de 4 miembros que será entre los profesores e investigadores reconocidos para una mejor asesoría.

Artículo N° 4

Menciona lo importante de elaborar un reglamento de funcionamiento del comité y de un documento de Principios de Ética.

Por tanto, el trabajo de investigación se elaboró cumpliendo los requisitos y reglamentos de la Universidad Cesar Vallejo; asimismo, se garantiza la veracidad y autenticidad de toda la información utilizando fuentes bibliográficas y citas textuales, insertándolas conforme a lo establecido en la ISO 690 y mostrando su confiabilidad mediante la plataforma TURNITIN, donde se obtiene el porcentaje de compatibilidad del trabajo con otras fuentes.

IV. RESULTADOS

Para realizar la contrastación de la hipótesis general y específicas se realizará la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, debido a que la cantidad de datos es menor a 30.

Como hipótesis general se tiene:

Ha: La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020.

De esta manera, se tomará en cuenta si la distribución de los datos es normal o diferente, teniendo en cuenta la siguiente regla de decisión:

Si $p > 5\%$; entonces, los datos tienen una distribución normal

Si $p \leq 5\%$; entonces, los datos no siguen una distribución normal

Asimismo, si se cumple la primera condición se utilizará la prueba estadística T-Student, caso contrario se utilizará Wilcoxon

Tabla 27. Prueba de Normalidad – Productividad

	Pruebas de normalidad		
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
DIF_PRODUCTIVIDAD	,980	25	,894

Fuente: IBM SPSS Statistics 25

Según la tabla 27, el p valor o nivel de significancia es mayor a 0,05; por tanto, los datos presentan una distribución normal y se utilizará la prueba estadística T-Student.

Contrastación de la hipótesis general:

Ho: La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo no mejora la productividad en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020.

Ha: La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martín de Porras, 2020.

Ho: $X_A > X_D$ (No hay mejora)

Ha: $X_A \leq X_D$ (Si hay mejora)

Regla de decisión:

Si $p > 5\%$; entonces, no rechazamos Ho

Si $p \leq 5\%$; entonces, rechazamos Ho

Tabla 28. Prueba estadística de T Student – Productividad

Prueba de muestras emparejadas				
		Media	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	PRODUCTIVIDAD_1 - PRODUCTIVIDAD_2	-,18240	24	,000

Fuente: IBM SPSS Statistics 25

Por consiguiente, con un error (Sig.) del 0% y según la regla de decisión rechazamos la hipótesis nula y afirmamos la hipótesis del investigador; es decir, la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad de la empresa Metalmecánica ROKY S.R.L.

Como primera hipótesis específica se tiene:

Ha: La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martín de Porras, 2020.

Del mismo modo, se realizará la prueba de normalidad para saber si la distribución de los datos es normal o diferente y poder realizar las pruebas T-Student o Wilcoxon

Tabla 29. *Prueba de normalidad – Eficiencia*

Pruebas de normalidad			
	Estadístico	Shapiro-Wilk	
		gl	Sig.
DIF_EFICIENCIA	,962	25	,461

Fuente: IBM SPSS Statistics 25

Según la tabla 29, el p valor o nivel de significancia es mayor a 0,05; por tanto, los datos presentan una distribución normal y se utilizará la prueba estadística T-Student.

Contrastación de la primera hipótesis específica:

Ho: La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo no mejora la eficiencia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020.

Ha: La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020.

Ho: $X_A > X_D$ (No hay mejora)

Ha: $X_A \leq X_D$ (Si hay mejora)

Regla de decisión:

Si $p > 5\%$; entonces, no rechazamos Ho

Si $p \leq 5\%$; entonces, rechazamos Ho

Tabla 30. *Prueba estadística de T Student – Eficiencia*

Prueba de muestras emparejadas				
		Media	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	EFICIENCIA_1 - EFICIENCIA_2	-,05800	24	,001

Fuente: IBM SPSS Statistics 25

En síntesis, con un error (Sig.) del 0,1% y según la regla de decisión rechazamos la hipótesis nula y afirmamos la hipótesis del investigador; es decir, la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia de la empresa Metalmecánica ROKY S.R.L.

Como segunda hipótesis específica se tiene:

Ha: La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020.

Tabla 31. Prueba de normalidad – Eficacia

	Pruebas de normalidad		
		Shapiro-Wilk	
	Estadístico	gl	Sig.
DIF_EFICACIA	,980	25	,890

Fuente: IBM SPSS Statistics 25

Según la tabla 31, el p valor o nivel de significancia es mayor a 0,05; por tanto, los datos presentan una distribución normal y se utilizará la prueba estadística T-Student.

Contrastación de la primera hipótesis específica:

Ho: La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo no mejora la eficacia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020.

Ha: La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020.

Ho: $X_A > X_D$ (No hay mejora)

Ha: $X_A \leq X_D$ (Si hay mejora)

Regla de decisión:

Si $p > 5\%$; entonces, no rechazamos H_0

Si $p \leq 5\%$; entonces, rechazamos H_0

Tabla 32. *Prueba estadística de T Student – Eficacia*

Prueba de muestras emparejadas			
	Media	gl	Sig. (bilateral)
Par 1 EFICACIA_1 - EFICACIA_2	-,16040	24	,000
	,		

Fuente: IBM SPSS Statistics 25

En síntesis, con un error (Sig.) del 0% y según la regla de decisión rechazamos la hipótesis nula y afirmamos la hipótesis del investigador; es decir, la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia de la empresa Metalmecánica ROKY S.R.L.

V. DISCUSIÓN

Con respecto a la contrastación de la hipótesis general, se observa en la tabla 28 un nivel de significancia del 0%, menor a 5% según la regla de decisión establecida; por tanto, la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el área de producción de la empresa Metalmecánica ROKY S.R.L, cuya variación porcentual de la mejora es de 19%. De la misma manera, Chuquimbalqui (2018) en su tesis titulada “Propuesta de mejora de un Plan de Mantenimiento Preventivo para incrementar la Productividad del Área de Producción en la Empresa Metalmecánica S.A. Lima, 2018” tiene como resultados después de haber realizado la implementación un incremento del 21% en la productividad de la empresa, afirmando su hipótesis mediante el estadígrafo de T-Student.

Con respecto a la primera hipótesis específica, en la tabla 30 se tienen un nivel de significancia del 0.1%, menor a 5% según la regla de decisión establecida; por tanto, la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en el área de producción de la empresa Metalmecánica ROKY S.R.L, cuya variación porcentual es del 6%. De la misma manera, Chuquimbalqui (2018) en su tesis titulada “Propuesta de mejora de un Plan de Mantenimiento Preventivo para incrementar la Productividad del Área de Producción en la Empresa Metalmecánica S.A. Lima, 2018” tiene como resultados después de haber realizado la implementación un incremento del 14% de la eficiencia de la empresa, afirmando su hipótesis mediante el estadígrafo de T-Student.

Con respecto a la segunda hipótesis específica, se observa en la tabla 32 un nivel de significancia del 0%, menor a 5% según la regla de decisión establecida; por tanto, la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia en el área de producción de la empresa Metalmecánica ROKY S.R.L, cuya variación porcentual de la mejora es de 16%. De la misma manera, Chuquimbalqui (2018) en su tesis titulada “Propuesta de mejora de un Plan de Mantenimiento Preventivo para incrementar la Productividad del Área de Producción en la Empresa Metalmecánica S.A. Lima, 2018” tiene como resultados después de haber realizado la implementación un incremento del 12% en la productividad de la empresa, afirmando su hipótesis mediante el estadígrafo de T-Student.

VI. CONCLUSIONES

Una vez realizado el análisis y contraste de los resultados se concluye que:

1. Se determinó que la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., siendo la productividad antes de la implementación 58% y después de la implementación 77%, teniendo una variación porcentual del 19%, llegando a cumplir con el objetivo general de la investigación, siendo beneficioso para la empresa.

2. Se determinó que la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., siendo la eficiencia antes de la implementación 83% y después de la implementación 89%, teniendo una variación porcentual del 6%, llegando a cumplir con el primer objetivo específico de la investigación, aumentando las horas reales de producción dentro de la jornada diaria. De esta manera, en el estadígrafo de Wilcoxon el nivel de significancia fue de 0,1%, y según la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador

3. Se determinó que la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., siendo la productividad antes de la implementación 70% y después de la implementación 86%, teniendo una variación porcentual del 16%, llegando a cumplir con el segundo objetivo específico de la investigación, evitando paradas imprevistas y fallas, lo que permite aumentar las unidades producidas por día. De esta manera, en el estadígrafo de Wilcoxon el nivel de significancia fue de 0%, y según la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador

VII. RECOMENDACIONES

Con el presente trabajo de investigación se pretende dejar un fundamento que sirva de ejemplo para las siguientes generaciones, donde la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo es rentable, para ello se realiza las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda seguir realizando las inspecciones diarias, semanales, mensuales, semestrales y anuales establecidas en el cronograma de ejecución para llevar un control de las posibles fallas para evitar las paradas imprevistas
- Se recomienda seguir invirtiendo para seguir mejorando el funcionamiento de las máquinas y equipos o realizar un mantenimiento más sofisticado como el Mantenimiento Total Productivo o Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad; de esta manera, no solo se necesitará el aporte de la alta gerencia sino también el apoyo de todo el personal
- Se recomienda realizar auditorías cada cierto tiempo para plantear o innovar nuevas mejoras o revisar el estado actual de la empresa; de modo que, se podrán plantear las medidas de acción correctiva o preventiva necesarias.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Tesis

1. ALTAMIRANO, Yosán y ZAVALA, Máximo. Plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejora de la productividad en la empresa NAYLAMP [en línea]. Tesis (Título de Ingeniería Industrial). Chiclayo: Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería Industrial, 2016, 188pp.

Disponible en:
<file:///C:/Users/hanko/Documents/EDSON/IX%20CICLO/Antecedentes/Nacionales/Altamirano%20-%20Zavaleta%20.pdf>

2. BENITES, Juan. Uso de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la industria Metalmecánica Peruana [en línea]. Trabajo de investigación (Bachiller en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Privada del Norte, Escuela de Ingeniería Industrial, 2018, 39pp.

Disponible en:
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14221/Benites%20Leyva%20C%20Juan%20Manuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

3. CHUQUIMBALQUI, Edgar. Propuesta de mejora de un Plan de Mantenimiento Preventivo para incrementar en la Productividad del Área de Producción en la Empresa Metalmecánica S.A [en línea]. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Escuela de Ingeniería Industrial, 2018, 115pp.

Disponible en:
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/31032/Chuquimbalqui_FE.pdf?sequence=1

4. CURILLO, Miriam. Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales FACOPA [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, Escuela de Administración de Empresas, 2014, 186pp.

Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7302/1/UPS-CT004237.pdf>

5. FELSINGER, Erica y RUNZA, Pablo. Productividad: Un Estudio de Caso en un Departamento de Siniestros [en línea]. Tesis (Magister en dirección de empresas). Universidad de CEMA, Escuela de Ingeniería Empresarial, 2002, 29pp.

Disponible en: https://ucema.edu.ar/posgrado-download/tesinas2002/Felsinger_MADE.pdf

6. GALVEZ, Luis y MORALES, Jorge. Propuesta de plan de mantenimiento basado en confiabilidad para tornos del taller metalmecánico UTFSM, Sede Viña del Mar [en línea]. Tesis (Técnico Universitario). Viña del Mar: Universidad Técnica Federico Santa María, 2018. 169pp.

Disponible en: <file:///C:/Users/hanko/Documents/EDSON/IX%20CICLO/Antecedentes/Internacionales/3560901064246UTFSM.pdf>

7. RAMOS, Julio. Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa ATLANTA METAL DRILL S.A.C. [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Escuela de Ingeniería Mecánica, 2017, 112pp.

Disponible en: <file:///C:/Users/hanko/Documents/EDSON/IX%20CICLO/Antecedentes/Nacionales/Ramos%20Sparrow,%20Julio%20Oswaldo.pdf>

8. ROCHA, Luis. Estudio del proceso de mantenimiento preventivo y su incidencia en la disponibilidad de las máquinas de soldar de la empresa construcciones metalmecánicas Gómez ubicada en el sector de Tababela – Quito [en línea]. Estudio Técnico. Quito: Universidad Tecnológica de Indoamérica, Escuela de Ingeniería Industrial, 2017. 91pp.

Disponible en: <file:///C:/Users/hanko/Documents/EDSON/IX%20CICLO/Antecedentes/Internacionales/Estudio%20Tecnico%20Luis%20Rocha%20enero%202017%20.pdf>

9. SALAZAR, Manuel. Mejora en la productividad durante la fabricación de cabina cerrada implementando Lean Manufacturing en una empresa privada Metalmecánica [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola, Escuela de Ingeniería Industrial y Comercial, 2017, 103pp.

Disponible en: http://200.37.102.150/bitstream/USIL/3212/1/2018_Salazar-Bozzeta.pdf

10. VALDERRAMA, Nestor. Implementación de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar los índices de productividad en papelesa. CIA. LTDA [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Escuela de Ingeniería Industrial, 2016, 113pp.

Disponible en: <file:///C:/Users/hanko/Documents/EDSON/IX%20CICLO/Antecedentes/Internacionales/Industrial%203365%20.pdf>

11. VALDIVIEZO, Juan. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Extruplas S.A. [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, Escuela de Ingeniería Mecánica, 2010, 115pp.

Disponible en: <https://dspace.upse.edu.ec/bitstream/123456789/831/12/UPS-CT001680.pdf>

Artículos

12. DISPOSICIÓN y disponibilidad como indicadores para el transporte por Laksmi Penabad [et al]. *Revista Ciencia Técnica Agropecuaria* [en línea]. 25, n.º 4. Octubre-noviembre-diciembre 2016.

Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v25n4/rcta08216.pdf>

ISSN: 1010-2760

13. EVALUATION of the Supply Chain to Improve Competitiveness and Productivity in the Metalworking Industry in Barranquilla, Colombia por Katherinne Salas [et al.]. Barranquilla – Colombia, 30(2):55-66, 2019.

Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000200025&script=sci_arttext

ISSN: 0718-0764

14. Normas legales. Revista El Peruano. Ley que modifica diversos artículos de la ley 28303, ley marco de ciencia, tecnología e innovación tecnológica; y de la ley 28613, ley del consejo nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica (CONCYTEC) ley que modifica diversos artículos de la ley 28303, ley marco de ciencia, tecnología e innovación tecnológica; y de la ley 28613, ley del consejo nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica (CONCYTEC) [en línea]. [Fecha de consulta: jueves 05 de julio del 2018].

Disponible en: https://portal.concytec.gob.pe/images/ley-concytec-18/modificacion_ley.pdf

15. OSORIO, Alejandro, ORCASITAS, Marieth y CÉSPEDES, Jesús. model for the maintenance of automated equipment in CNC machining of the COLOMBIAN METALWORKING SECTOR [en línea]. 10 (1): 269-296, 2019. [Fecha de consulta: diciembre 2018].

Disponible en: <file:///C:/Users/hanko/Documents/EDSON/IX%20CICLO/Antecedentes/Internacionales/1347-Texto%20del%20artículo-4142-1-10-20190801.pdf>

ISSN: 2215-7360

16. Portafolio Académico. Enfoque cualitativo y cuantitativo. *Diseño, Tecnología e Innovación* [en línea], (4):3-26, 2006.

Disponible en: <https://portaprodti.wordpress.com/enfoque-cualitativo-y-cuantitativo-segun-hernandez-sampieri/>

17. PRAT, Miquel. Análisis de fiabilidad, criticidad, disponibilidad, capacidad de mantenimiento y seguridad de una impresora industrial digital [en línea]. 1-4, 2015.

Disponible en:
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/23229/Resum.pdf>

18. RED Global de Conocimiento de Auditoria y Control Interno. Eficiencia y Eficacia [en línea]. [Fecha de consulta: 05 de septiembre del 2011].

Disponible en: <https://www.auditool.org/blog/control-interno/824-eficacia-y-eficiencia>

ISSN: 2665-3508

19. RUIZ, Arturo. CONCEPTO DE FIABILIDAD [en línea]. Asociación Española para la Calidad. Septiembre 2012.

Disponible en: https://www.aec.es/c/document_library/get_file?uuid=f8fd03c4-2afb-41b0-ac10-880ed3aacfa4&groupId=10128

20. TRADEMAP. Estadística para el desarrollo del comercio internacional [en línea].

Disponible en:
https://www.trademap.org/Country_SelService_TS.aspx?nvpm=3%7c%7c%7c%7c%7c%7c%7cS02%7c1%7c3%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c

21. VARGAS, Zoila. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación* [en línea]. 33, n.º 1., 2019.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

ISSN: 0379-7082

Libros

22. HERNÁNDEZ, Benjamín. Técnicas estadísticas de investigación social [en línea]. Ediciones Diaz de Santos, 2001.

Disponibles en:
<https://books.google.com.pe/books?id=vpfVgmaR5qUC&pg=PA127&dq=poblacion+de+una+investigacion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiKvrOP9PDpAhUlmeAKHVIdDu4Q6wEIKTAA#v=onepage&q=poblacion%20de%20una%20investigacion&f=false>

ISBN: 84-7978-505-5

23. ICART, Teresa, FUENTEELSAZ, Carmen y PULPÓN, Anna. Elaboracion y presentación de un proyecto de investigación y una tesina [en línea]. 1era ed. Barcelona: Publicaciones, 2006.

Disponibles en:
<https://books.google.com.pe/books?id=5CWKWi3woi8C&pg=PA54&dq=poblacion+de+una+investigacion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiKvrOP9PDpAhUlmeAKHVIdDu4Q6wEIOTAC#v=onepage&q=poblacion%20de%20una%20investigacion&f=false>

ISBN: 84-8338-485-X

24. NAGHI, Mohammad. Metodología de la investigación [en línea]. México: Limusa, Noriega Editores, 2005.

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=ZEJ7-0hmvhwC&pg=PA91&dq=investigaci%C3%B3n+descriptiva&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjFrcivorLqAhUCheAKHbRmCOAQ6wEwAHoECAUQAQ#v=onepage&q=investigaci%C3%B3n%20descriptiva&f=false>

ISBN: 968-18-5517-8

25. OLIVEZ, Ramón. Mantenimiento preventivo [en línea]. Barcelona: Departamento de Empresa y Empleo, 2016. Capítulo 1. Modalidades de mantenimiento.

Disponible en: https://treball.gencat.cat/web/.content/09_-_seguretat_i_salut_laboral/publicacions/imatges/qp_manteniment_preventiu_cast.pdf

26. PROKOPENKO, Joseph. La gestión de la productividad [en línea]. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo, 1989.

Disponible en: <file:///C:/Users/hanko/Documents/EDSON/IX%20CICLO/Marco%20Teórico/La%20gestión%20de%20la%20productividad%20OIT.pdf>

ISBN: 92-2-305901-1

27. REGUERA, Alejandra. Metodología de la investigación lingüística [en línea]. Córdoba: Brujas, 2008.

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=cZxjCzwBYiUC&pg=PA40&dq=justificaci%C3%B3n+de+la+investigaci%C3%B3n+sampieri&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjY8fSa9rLqAhWBZd8KHRIeAS4Q6wEwAHoECAMQAQ#v=onepage&q=justificaci%C3%B3n%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20sampieri&f=false>

ISBN: 978-987-591-117-8

28. ROMERO, José. Productividad total de los factores o productividad del trabajo [en línea]. México: El Colegio de México, Centro de Estudios Económicos, 2018.

Disponible en: <https://ideas.repec.org/p/emx/ceedoc/2018-08.html>

29. YUNI, José y URBANO, Claudio. Técnicas para investigar recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación [en línea]. 2da ed. Córdoba: editorial bruja, 2006.

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=XWlkBfrJ9SoC&pg=PA31&dq=tecnicas+e+instrumento+de+recoleccion+de+datos&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj2--SewfHpAhWImuAKHaNADacQ6wEIKTAA#v=onepage&q=tecnicas%20e%20instrumento%20de%20recoleccion%20de%20datos&f=false>

ISBN: 987-591-020-1

ANEXOS

METALMECANICA ROKY S.R.L.

**FABRICACIÓN DE TODO TIPO DE MAQUINARIAS
FABRICACIÓN PIÑONES, EJES INDUSTRIALES**



Lima, 15 de Abril del 2020.

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo Daniel Ramirez Carbajal, Identificado con DNI N° 06457220. Gerente General de Metalmecánica ROKY S.R.L., con RUC 20601752175. Autorizo a, Ramirez Caycho, Daniel Faustino y Quiroz Diaz Edson Felipe, quienes son estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, de la Universidad Cesar Vallejo, a brindarle toda la información que sea necesaria para el desarrollo de su proyecto de investigación denominada "Aplicación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porres, 2020".

Cabe recalcar que la información que sea brindada de la empresa solo es de uso académico, con el fin de que sean estudiados y se lleve a cabo el proyecto de investigación correspondiente. Queda prohibido que los estudiantes mencionados no pueden divulgar las informaciones que se les facilito de las actividades realizadas por la empresa de manera malintencionadas que pueden causar daños y perjuicios a la empresa.

Atentamente:


METALMECANICA ROKY S.R.L.

**Daniel Ramírez Carbajal
Gerente General**

METALMECANICA ROKY S.R.L.

FABRICACIÓN DE TODO TIPO DE MAQUINARIAS
FABRICACIÓN PIÑONES, EJES INDUSTRIALES



Lima, 23 de Abril del 2020.

Hoja de Observación	
Empresa: Metalmecánica ROKY S.R.L.	
RUC: 20601752175	
Área de Producción	
Nro.	Causas
1	Fatiga de personal.
2	Personal no capacitado.
3	Exceso de confianza.
4	Materia prima defectuosa.
5	Falta de stock.
6	Pedidos fuera de fecha.
7	Maquinarias obsoletas.
8	Averías.
9	Paradas de maquina.
10	Exceso de ruido.
11	Vibraciones.
12	Polución.
13	Iluminación.
14	Registro de mantenimiento.
15	Mala supervisión de trabajo.
16	No existe calibración de maquinas.
17	Baja Capacitación.
18	Conocimiento mínimo de la maquinaria.
19	Reproceso.
20	Falta de control de los indicadores de mantenimiento.


METALMECANICA ROKY S.R.L.
Daniel Ramirez Carbajal
Gerente General

Asociación San Francisco Lote 1-A Mz. D - San Martin de Porres - Lima
Telf. Fijo: 724-0704 Celular: 9951-48988 E-mail: metalmecanica.roky@gmail.com

Anexo 2: MATRIZ DE COHERENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS
GENERAL		
¿Cómo la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejorará la productividad en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020?	Determinar como la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020.	La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020.
ESPECÍFICOS		
¿Cómo la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejorará la eficiencia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020?	Determinar como la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020.	La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020.
¿Cómo la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejorará la eficacia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020?	Determinar como la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020.	La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia en el área de producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martin de Porras, 2020.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
INDEPENDIENTE: Mantenimiento Preventivo	Según Olives (2016) la define como un conjunto de intervenciones aplicadas de manera continua a una maquina o equipo, con la finalidad de optimizar su funcionamiento y evitar las paradas imprevistas (p.6).	Es una herramienta que se aplicará para mejorar la productividad en la empresa ROKY S.R.L cuyas dimensiones son la fiabilidad y disponibilidad.	Fiabilidad	$(TTP - TPMNP)/TTP$ <p>TTP: Tiempo total de producción al mes (min) TPMNP: Tiempo de parada por mantenimiento no programado al mes (min)</p>	Razón
			Disponibilidad	$(TTP - TPM)/TTP$ <p>TTP: Tiempo total de producción al mes (min) TPM: Tiempo de parada por mantenimiento (min)</p>	Razón
DEPENDIENTE: Productividad	Según Romero (2018) que la productividad es un indicador con valor numérico que representa la situación de un área o proceso analizado (p.10).	Este indicador se obtendrá de la multiplicación de los índices de eficiencia y eficacia, que se obtienen de los datos del área evaluada.	Eficiencia	$I_{efici} = \frac{TRP}{TDP} \times 100\%$ <p>I_{efici}: Índice de Eficiencia TRP: Tiempo real de producción (min) TDP: Tiempo disponible de producción (min)</p>	Razón
			Eficacia	$I_{efica} = \frac{\text{Piezas producidas}}{\text{Piezas planificadas}} \times 100\%$ <p>I_{efica}: Índice de Eficacia</p>	Razón

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: FICHA DE REGISTRO

REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		ÁREA:	PRODUCCIÓN
MÁQUINA O EQUIPO: TORNO		RESPONSABLE DEL ÁREA: FECHA:	
N°	DESCRIPCION DE FALLA	OBSERVACIONES	ACCIÓN PREVENTIVA
REVISADO POR:		CARGO:	

Fuente: Elaboración propia

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PRODUCTIVIDAD

VARIABLES / DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1: FIABILIDAD	✓		✓		✓		
$(TTP - TPMNP)/TTP$							
TTP: Tiempo total de producción al mes (min)							
TPMNP: Tiempo de parada por mantenimiento no programado al mes (min)							
DIMENSIÓN 2: DISPONIBILIDAD	✓		✓		✓		
$(TTP - TPM)/TTP$							
TTP: Tiempo total de producción al mes (min)							
TPM: Tiempo de parada por mantenimiento (min)							
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1: EFICIENCIA	✓		✓		✓		
$I_{efici} = \frac{TRP}{TDP} \times 100\%$							
I_{efici} : Índice de Eficiencia							
TRP: Tiempo real de producción (min)							
TDP: Tiempo disponible de producción (min)							
DIMENSIÓN 2: EFICACIA	✓		✓		✓		
$I_{efica} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planificadas}} \times 100\%$							
I_{efica} : Índice de Eficacia							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [☒] **Aplicable después de corregir** [☐] **No aplicable** [☐]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Zeña Ramos Jose la Rosa **DNI:** 17533125
Especialidad del validador: ingeniero industrial

16 de junio del 2020
¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo



Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PRODUCTIVIDAD

VARIABLES / DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1: FIABILIDAD	X		X		X		
$(TTP - TPMNP)/TTP$ TTP: Tiempo total de producción al mes (min) TPMNP: Tiempo de parada por mantenimiento no programado al mes (min)							
DIMENSIÓN 2: DISPONIBILIDAD	X		X		X		
$(TTP - TPM)/TTP$ TTP: Tiempo total de producción al mes (min) TPM: Tiempo de parada por mantenimiento (min)							
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1: EFICIENCIA	X		X		X		
$Iefici = \frac{TRP}{TDP} \times 100\%$ Iefici: Índice de Eficiencia TRP: Tiempo real de producción (min) TDP: Tiempo disponible de producción (min)							
DIMENSIÓN 2: EFICACIA	X		X		X		
$Iefica = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planificadas}} \times 100\%$ Iefica: Índice de Eficacia							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**
Apellidos y nombres del juez validador. Mg: Molina Vilchez, Jaime Enrique **DNI: 06019540**
Especialidad del validador: Ingeniero Industrial CIP 100497

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Lima, 10 de Junio del 2020


Firma del Experto Informante.

Anexo 7: Ficha de Validación 3



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PRODUCTIVIDAD

VARIABLES / DIMENSIONE / INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PREVENTIVO	SI	No	SI	No	SI	No	
DIMENSIÓN 1: FIABILIDAD							
$(TTP - TPMNP)/TTP$	✓		✓		✓		
TTP: Tiempo total de producción al mes (min)							
TPMNP: Tiempo de parada por mantenimiento no programado al mes (min)							
DIMENSIÓN 2: DISPONIBILIDAD							
$(TTP - TPM)/TTP$	✓		✓		✓		
TTP: Tiempo total de producción al mes (min)							
TPM: Tiempo de parada por mantenimiento (min)							
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	SI	No	SI	No	SI	No	
DIMENSIÓN 1: EFICIENCIA							
$Iefici = \frac{TRP}{TDP} \times 100\%$	✓		✓		✓		
Iefici: Índice de Eficiencia							
TRP: Tiempo real de producción (min)							
TDP: Tiempo disponible de producción (min)							
DIMENSIÓN 2: EFICACIA							
$Iefica = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planificadas}} \times 100\%$	✓		✓		✓		
Iefica: Índice de Eficacia							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [☒] **Aplicable después de corregir** [☐] **No aplicable** [☐]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: EGUSQUIZA RODRIGUEZ MARGARITA JESUS DNI: 08474379.....

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

13 de JUNIO del 2020

Firma del Experto Informante.